Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
-Biochemie, -Pharmakologie und -Toxikologie
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

DIE RHYTHMIK DER KÖRPERKERNTEMPERATUR VON LEGEHENNEN UNTER VERSCHIEDENEN HALTUNGSBEDINGUNGEN

EIN BEITRAG ZUR SUCHE NACH OBJEKTIVIERBAREN KRITERIEN FÜR EINE ARTGERECHTE HALTUNG VON LEGEHENNEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Abel Renner-Gorlas, geb. Renner
Tierarzt aus Markdorf/Baden

Berlin 1985
Journal-Nr. 1239

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie
-Biochemie, -Pharmakologie und -Toxikologie
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

DIE RHYTHMIK DER KÖRPERKERNTEMPERATUR VON LEGEHENNEN UNTER VERSCHIEDENEN HALTUNGSBEDINGUNGEN

EIN BEITRAG ZUR SUCHE NACH OBJEKTIVERBAREN KRITERIEN FÜR EINE ARTGERECHTE HALTUNG VON LEGEHENNEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Abel Renner-Gorlas, geb.Renner
Tierarzt aus Markdorf/Baden

Berlin 1985
Journal-Nr. 1239

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher:	Prof. Dr. F. Hörchner
Erster Gutachter:	Prof. Dr. A.K. Bayer
Zweiter Gutachter:	Prof. Dr. W. Wilk

Tag der Promotion: 14. Oktober 1985

Für Bettina
und Lisa

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547201_0039

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	EINLEITUNG (Motiv, Fragestellung, Wahl der Methode)	1
2	ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN Literaturübersicht	3
2.1	Zur Problematik der artgerechten Haltung im Sinne des Tierschutzes	3
2.2	Zum Begriff Biorhythmus	7
2.3	Zur Methode der Telemetrie	8
3	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	9
3.1	Material und Methode	9
3.1.1	Tiere	9
3.1.2	Haltungsbedingungen	9
3.1.3	Messung und Registrierung der Körperkerntemperatur	10
3.1.4	Eichung der Temperaturmeßanlage	10
3.1.5	Implantation der Sonden	11
3.2	Chronologische Übersicht der Messungen	13
3.3	Ergebnisse	15
3.3.1	Mittlere Periodenlänge	15
3.3.2	Häufigkeitsverteilung der Periodenlängen	25
3.3.3	Tag-Nacht-Niveaus der Körperkerntemperatur	31
3.3.4	Maxima und Minima der Körperkerntemperatur und Amplitude der circadianen Schwankung (Differenz Max. - Min.)	37
3.3.5	Zeitliche Lage der Temperaturminima und -maxima	48
3.3.6	Periodenlängen und Körperkerntemperaturniveau	48
4	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	54
5	ZUSAMMENFASSUNG	57
6	SUMMARY	59
7	LITERATUR	61
8	ANHANG	73

1 EINLEITUNG

Die immer lauter werdenden Proteste gegen die Haltungsbedingungen, unter denen eine auf kurzsichtige Ökonomie bedachte moderne Technik viele Nutztiere heute hält, sind nicht länger zu überhören und der bloßen Sentimentalität zu verdächtigen. Daß sie in einer Form vorgebracht werden, die sie manchmal der Lächerlichkeit preisgeben, sollte uns nicht beruhigen. Wir sollten in ihnen vielmehr eine Art Ehrenrettung für die heute lebenden Menschen sehen, die in bisher nie dagewesener Weise das Angesicht der Erde verändert haben und unter denen sensible Einzelne die Last der Verantwortung für die Tiere daher besonders drückend spüren.

Nun sind Forderungen nach einer artgerechten Tierhaltung schnell aufgestellt, aber es ist schwierig, objektivierbare Kriterien für eine artgerechte Haltung aufzuzeigen. Beim Menschen z.B. lassen sich unmenschliche Umgebungsbedingungen, sofern nicht ein neurotisch deformiertes oder durch Dauerfrustration atrophiertes Anspruchsniveau vorliegt, durch die einfache Frage "wie geht es Dir" ermitteln. Die ehrliche Antwort "gut" wird nur derjenige geben, der sich im Einklang mit seiner Umgebung befindet. Das Tier kann uns eine solche Antwort nicht geben und die Leistung, etwa beim Huhn die Eierproduktion als Antwort auf diese Frage zu nehmen, ist höchst fragwürdig, wie man gleich sieht, wenn man beim Menschen Leistung mit Wohlbefinden ohne weiteres gleichsetzt. Vielleicht aber kann der Einklang mit der Umgebung auch auf andere Weise ermittelt werden, als durch Befragung und möglicherweise objektiver als durch die notwendigerweise immer subjektive Antwort. Obgleich die Frage nach dem Einklang mit der Umgebung mit den Mitteln vieler Disziplinen zu beantworten wäre, muß sie bei Mensch und Haustier zuerst an die Physiologie gestellt werden, denn langfristige und kurzfristige Anpassung an die Umgebung wird vom vegetativen Nervensystem vermittelt. Auf die Frage nach dem Befinden eines Tieres könnten wir daher eine Antwort erhoffen, wenn langfristig Parameter meßbar wären, die Einblick in die vegetativen Verstellungen dieser Anpassung ermöglichen. Man sollte den Begriff Anpassung nicht so unbefragt lassen. Schon "Einklang" ist mehr als die Resonanz der gleichgestimmten Saite durch einen anregenden Ton. Im Einklang, in Harmonie, sind Schwingungen ganz bestimmter Frequenz miteinander. Im Einklang mit seiner Umgebung wäre ein Lebewesen dann, wenn seine Schwingungen denen seines Milieus entsprächen.

Alle Organismen fanden eine sich periodisch verändernde Umwelt vor, in der belohnt wurde, wer lernte, seine physiologischen Abläufe diesem Wechsel anzupassen. Der augenfälligste Rhythmus unseres Milieus ist der Hell-Dunkel-Wechsel von Tag und Nacht. In den Organismen entsprechen dieser Schwingung circadiane Rhythmen, wie sie für viele Lebensfunktionen immer wieder beschrieben worden sind. Längere z.B. saisonale und noch längere werden weniger leicht bemerkt und kürzere und kürzeste sind fast nur durch die Messung physiologischer Größen zugänglich. Ihre langfristige Registrierung zeigt immer wieder die große Vielfalt von Rhythmen unterschiedlicher Periodenlängen (BÜNNING, 1977). Wegen der Empfindlichkeit moderner Meß- und Registriergeräte sind sie nicht mehr zu ignorieren, wenn auch oft dem Untersucher im Wege, der gemittelte Einzelwerte braucht, um der Natur die ja-nein Entscheidung abringen zu können, die sie bekanntlich zögernder gibt, als ihr beliebtes sowohl als auch.

Als Parameter, der sowohl langfristig wie beeinflussungsarm meßbar ist, und der auch als integrale Funktion des Stoffwechsels die Rhythmik gut wiederspiegelt, bietet sich die Körperkerntemperatur an. Dies gilt ganz besonders für das Huhn, das mit seiner Befiederung eine ausgezeichnete Wärmeisolierung besitzt, die es von Schwankungen der Umgebungstemperatur im Verhältnis zu anderen Tieren weitgehend unabhängig macht. Die fortlaufende telemetrische Messung und Aufzeichnung der Körperkerntemperatur mittels chronisch implantierter Endoradiosonden kleinster Abmessungen stellt den Untersucher heute vor keine technischen Schwierigkeiten mehr. Die telemetrische Methode ermöglicht, extrem beeinflussungsarm Einblick in die Rhythmik der Körperkerntemperatur unter verschiedenen Haltungsbedingungen zu erhalten. Der Autor hofft, mit den gefundenen Ergebnissen einen Beitrag zur Frage, welche Kriterien man zur Beurteilung der artgerechten Unterbringung von Legehennen heranziehen kann, leisten zu können.

2 ALLGEMEINE VORBEMERKUNGEN

Literaturübersicht

2.1 Zur Problematik der artgerechten Haltung im Sinne des Tierschutzes

Das Tierschutzgesetz in seiner heutigen Fassung vom 24. Juli 1972 regelt den Umgang des Menschen mit den von ihm gehaltenen Tieren. Es stellt die Grundlage für ein verantwortungsbewußtes Handeln des Menschen dem Tier gegenüber dar und setzt als solches die notwendigen Maßstäbe. In diesem Sinne teilte der frühere Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ERTL zum Thema "Tierschutz in unserem Lande" in einem Bulletin der Bundesregierung vom 28.11.1973 mit, "daß das Tierschutzgesetz in § 1 den Lebensschutz des Tieres begründet und in § 2 klare Normen zur Sicherstellung von artgemäßer Nahrung und Pflege sowie verhaltensgerechter Unterbringung der Tiere enthält".

Seit dem Erlaß dieses Gesetzes nahm die Auseinandersetzung mit den von ihm angesprochenen Problemen und besonders mit dem Problem der modernen Massentierhaltung beträchtlich zu. Hinsichtlich der nachteiligen Auswirkungen der Käfighaltung von Legehennen auf das Wohlbefinden dieser Tiere wurden die ersten Aussagen von Ethologen gemacht. Erwähnenswert ist hierzu das 1974 im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten erstellte und 1975 veröffentlichte Gutachten über tierschutzgerechte Haltung von Nutzgeflügel in neuzeitlichen Haltungssystemen aus der Sicht der Verhaltensforschung (Gutachten Teil II: Tierschutzgerechte Haltung von Nutzgeflügel in neuzeitlichen Haltungssystemen (LEYHAUSEN et al., 1977). Das Gutachten der beteiligten Ethologen brachte folgendes Ergebnis:

"Die Unterbindung der Ausübung der angeborenen Verhaltensweisen im Käfig führt zu extrem gesteigerten Handlungen am Ersatzobjekt, Leerlaufhandlungen, Bewegungsstereotypien, Übersprungshandlungen und gesteigerter Aggressivität. Nahezu alle angeborenen Verhaltensweisen der Legehennen im Käfig sind beeinträchtigt und verändert. Es kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß die angeführten Verhaltensbeeinträchtigungen und Verhaltensstörungen schwere Belastungen und ein hohes Maß an Streß für die Tiere darstellen und zu erheblichen Leiden Anlaß geben. Die derzeit üblichen Praktiken der Käfighaltung erfüllen den Tatbestand der Tierquälerei in hohem Ausmaß".

Aufgrund neuerer Untersuchungen haben sich weitere Ethologen dieser Meinung angeschlossen (BRANTAS und CORSTIAENSEN, 1977; BRANTAS, 1978; FÖLSCH, 1977, 1978; LORENZ, 1976; SAMBRAUS, 1978; WENNRICH, 1977).

Einen bedeutenden Meilenstein in der Diskussion der ethischen Seite der Problematik setzte die 1977 in Brüssel stattgefundene Tagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht. Die Quintessenz dieser Tagung zeigt in den aus philosophischer, religiöser, ethologischer und naturwissenschaftlicher Sicht geleisteten Beiträgen ganz klar die Notwendigkeit auf, die Ethik in die Erforschung von Haltungstechniken einzubeziehen (EAAP-Publication No. 24, FÖLSCH 1978).

Neben diesen mehr theoretischen Auseinandersetzungen mit der Problematik fanden auch von verschiedenster Seite ganz spezielle Untersuchungen betreffend der im § 2 Abs. 1 des Deutschen Tierschutzgesetzes gestellten Forderungen statt. Der § 2 Abs. 1 des Tierschutzgesetzes lautet: "Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat,

1. muß dem Tier artgemäße Nahrung und Pflege sowie eine verhaltensgerechte Unterbringung gewähren,

2. darf das artgemäße Bewegungsbedürfnis eines Tieres nicht dauernd und nicht so einschränken, daß dem Tier vermeidbare Schmerzen, Leiden oder Schäden zugefügt werden."

Hierzu sind nun folgende - nach den im § 2 Abs. 1 Nr. 1 genannten Begriffen geordnet - veröffentlichte Untersuchungen aufgeführt, die Verstöße der Käfighaltung von Legehennen gegen die Forderungen dieses Paragraphen nachweisen.

Artgemäße Nahrung:
MARTIN (1975 a, b), FÖLSCH (1977), SCHENK (1976), WENNRICH (1977)

Artgemäße Pflege:
FÖLSCH (1977), LEYHAUSEN, MARTIN u. NICOLAI (1977)

Verhaltensgerechte Unterbringung und artgemäßes Bewegungsbedürfnis:
BRANTAS (1978), BRANTAS, VOS-REESINK u. WENNRICH (1978), BURCKHARDT, FÖLSCH u. SCHEIFELE (1979), GYLSTORFF (1978), KÜNDIG (1977), SCHIEFER u. DORN (1969), WOOD-GUSH (1969), WOOD-GUSH u. GILBERT (1969).

Nach MARTIN (1979) kann dazu aufgrund der von den o.g. Autoren gefundenen Ergebnisse zusammenfassend festgestellt werden, "daß das artgemäße Bewegungsbedürfnis der Käfigtiere sehr weitgehend eingeschränkt ist. Freie Bewegungen wie Gehen oder Flügelschlagen sind unterbunden. Die Möglichkeiten, sich zu bewegen, beschränken sich im wesentlichen auf unfreiwillige oder erzwungene Bewegungen in Form von Schiebe- und Rangierbewegungen, die mit Stürzen und Übereinanderklettern verbunden sind.

Auch die zu den einzelnen Funktionskreisen Nahrungsaufnahme-, Staubbade-, Lege- und Ruheverhalten gehörenden Bewegungsweisen können im Käfig nicht artgemäß ablaufen: Die Tiere können sich nicht zum Futtersuchen schreitend, pickend und scharrend fortbewegen, wie es ihnen angeboren ist, sich nicht in ein schützendes Nest zur Eiablage zurückziehen und sich nicht in einer Sandmulde räkeln, um das Gefieder zu pflegen, und sie können nicht artgemäß und ungestört ruhen.

Käfigtiere sind nur in der Lage, den endogenen Drang der jeweiligen Verhaltensweisen am Ersatzobjekt, im Leerlauf, als Intentionsbewegung oder gar in Form von Stereotypien unbefriedigt abzureagieren. Der Lebensraum Käfig kann daher nicht als verhaltensgerechte Unterbringung bezeichnet werden.

Die Bewegungseinschränkung der Käfighennen manifestiert sich auch im untersuchten physiologisch-klinischen Bereich: in erhöhter Knochenbrüchigkeit und Störungen des Knochen- und Mineralstoffwechsels, in Hypoxie und in haltungsbedingter Bewegungsatrophie".

Zu den in § 2 Abs. 1 Nr. 2 gestellten Forderungen wurden Untersuchungen von MARTIN (1979) und FÖLSCH (1978) durchgeführt. Des weiteren hat bisher die Mehrheit der Ethologen, die sich mit der angesprochenen Problematik befaßt haben, die Frage, ob den Tieren bei der Einschränkung des Bewegungsbedürfnisses Leiden zugefügt wird, eindeutig bejaht (BRANTAS, 1978; FÖLSCH, 1978; LEYHAUSEN, MARTIN u. NICOLAI, 1977; LORENZ, 1976; SAMBRAUS, 1978; WOOD-GUSH, 1969).

Erwähnt seien in diesem Zusammenhang auch die 1977-1980 im Auftrag des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten durchgeführten "qualitativen und quantitativen Untersuchungen zum Verhalten, zur Leistung und zum physiologisch-anatomischen Status von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen (Auslauf-, Boden- und Käfighaltung)". Die Ergebnisse dieser Untersuchungen (Abschlußbericht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 1982) lassen zumindest in ihrem ethologischen Teil eine Aussage betreffend des

gestörten Wohlbefindens von Käfighennen zu: "Die registrierten Verhaltensbesonderheiten, einschließlich der erwähnten Frustrationssymptome, dürften die Annahme rechtfertigen, daß die untersuchten Tiere in diesem Funktionskreis (= Nestplatzsuch- und Eiablageverhalten) ihre Verhaltensbedürfnisse nur eingeschränkt befriedigen können und in ihrem Wohlbefinden beeinträchtigt sind. Zusammenfassend ist zu den Funktionskreisen des Verhaltens festzustellen, daß Legehennen bei Käfighaltung

- eine deutliche Verringerung des Komfortverhaltens,
- ein in der Tendenz verringertes Ruheverhalten,
- Frustrationserscheinungen vor der Eiablage sowie
- eine Zunahme der Merkmale Gedrängelt-werden und Drängeln als mildere Form der sozialen Auseinandersetzung zeigten."

Hinsichtlich des physiologisch-anatomischen Status konnten im Rahmen dieser Untersuchungen keine eindeutigen Parameter zur Beurteilung des Wohlbefindens ermittelt werden. Auffällig waren jedoch die bei den histologischen Untersuchungen der Nebennieren der Käfighennen gefundenen regressiven Veränderungen der Interrenalzellen. Diese dürften durchaus auf die verstärkten Streßeinflüsse zurückzuführen sein.

2.2 Zum Begriff Biorhythmus

Jedes Lebewesen läßt in seinen physiologischen Abläufen Rhythmen erkennen. Diese können unterschiedliche Periodenlängen besitzen (BÜNNING, 1977). Häufig dauern die Rhythmen etwa 24 Stunden und korrespondieren mit der Dauer einer Erdumdrehung. Für diesen Rhythmus prägten HALBERG et al. (1959) daher den Begriff Circadianrhythmus. Diese Bezeichnung wird heute für alle endogenen biologischen Schwankungen mit einer Periodenlänge von etwa einem Tag verwendet. Entsprechend werden Rhythmen mit Amplituden länger als 24 Stunden als infradiane und solche mit kürzeren als ultradiane bezeichnet (FULKERSON u. TANG, 1979). Vergleichbare vegetativ gesteuerte ultradiane Rhythmen, wie sie auch Gegenstand dieser Arbeit sind, wurden in der Literatur vielfach beschrieben. Auf folgende Arbeiten sei hier besonders hingewiesen:
BÜTTNER und PLONAIT (1980) untersuchten die Herzfrequenz an Laborratten, FULKERSON u. TANG (1979) den Rhythmus der Cortisolkonzentration im Blutplasma von Schafen, HALBERG (1964) das Körpertemperaturspektrum des Menschen, HELLMAN et al. (1970) den Rhythmus der Cortisolsekretion beim Menschen, HOLADAY et al. (1977) die Cortisolsekretion und -clearence bei Rhesusaffen, HUDSON et al. (1975) die Blut-Cortisolschwankungen bei Milchkühen, KLEITMAN (1961) kurzzeitige Aktivitätsrhythmen beim Menschen, LEVIN et al. (1948) die Periodizität der nächtlichen Magensaftsekretion beim Menschen, PETREN (1955) die Tagesrhythmik von Hühnerembryonen und Küken und RUTENFRANZ et al. (1956) die Tagesrhythmik des elektrischen Hautwiderstandes bei Kindern. Ein besonderes Augenmerk gilt in diesem Zusammenhang den Untersuchungen von DISSMAN (1950), v.d. HEIDE (1960), HILDEBRANDT (1953, 1961), MENZEL (1950, 1955, 1962), MENZEL et al. (1952, 1953, 1958). Letztere konnten aufzeigen, daß sich unter dem Einfluß pathologischer Zustände oder Streß die vegetativ gesteuerte Ultradianrhythmik verkürzt. HILDEBRANDT und MENZEL stellten darüber hinaus mit ihren Untersuchungen fest, daß die Verkürzung der Ultradianrhythmik einen direkten negativen Einfluß auf das Wohlbefinden der Probanden hat.
Ein biologischer Rhythmus kann, analog zur Musik, als ein schwingendes System charakterisiert werden (PITTENDRIGH u. BRUCE 1957). Das schwingende System selbst kann nach ASCHOFF et al. (1965) entweder ein aktives oder ein passives sein. Ersteres ist zu selbsterregten Schwingungen (endogenen Rhythmen) und letzteres zu erzwungenen Schwingungen (exogenen Rhythmen) befähigt. Eine Schwingung, die unter konstanten Bedingungen selbsterregt auftritt, ist ein Spontanrhythmus (ASCHOFF

et al., 1965). Eine Erreger-Schwingung, z.B. ein periodisch auftretender Umweltfaktor, der einen biologischen Rhythmus synchronisiert oder mitnimmt, wird nach der von ASCHOFF (1965) empfohlenen und heute üblichen Nomenklatur als Zeitgeber bezeichnet.

Zur Auffindung des morphologischen Substrats, welches einen Organismus zu endogenen Rhythmen befähigt und so gleichsam die innere Uhr darstellt, wurden viele Anstrengungen unternommen. Bei Crustaceen konnten KALMUS (1935, 1938), ROBERTS (1942) und SCHALLEK (1942) für den Nordamerikanischen Flußkrebs (Cambarus) die Beteiligung des Augenstiel-Systems an der Erhaltung des täglichen Bewegungsrhythmus zeigen. Bei Vertebraten wird als Oszillator von HALBERG (1960) die Beteiligung des Hypothalamus diskutiert. Als weitere morphologische Strukturen für den Schrittmacher kommen nach HALBERG (1960) und PITTENDRIGH (1960) auch die Nebennieren in Betracht. Von KALMUS (1940) und POPOVIC und PETROVIC (1956) wird eine Beteiligung der Schilddrüse angenommen. Des weiteren kommt nach KLEINHOLZ (1937) sowie FERGUSON et al. (1957) die Hypophyse in Frage. Bei Hausspatzen, Staren und Hühnern konnte TAKAHASHI (1981) eine wesentliche Beteiligung des Pinealorganes (Zirbeldrüse) als Schrittmacher für circadiane Rhythmen aufzeigen. Von HALBERG (1960) und PITTENDRIGH (1960) wird darüber hinaus auch die Möglichkeit einer koordinierten Interaktion einzelner Organe diskutiert, wobei erst die Wechselwirkung der einzelnen Systeme untereinander den entsprechenden Rhythmus ermöglichen. Eine endgültige Antwort steht jedoch bislang noch aus.

2.3 Zur Methode der Telemetrie

Um endogene biologische Rhythmen bei Tieren verfolgen zu können, wurde seit Anfang der 60-er Jahre die telemetrische Methode eingesetzt. Die heutige Telemetrie, die ihre Entwicklung den Fortschritten der Elektronik verdankt, ermöglicht physiologische Informationen direkt aus dem Innern eines Organismus zu erhalten. Es lassen sich damit Parameter, wie z.B. die Herzschlagfrequenz oder die Körperkerntemperatur ohne wiederholte äußere Manipulationen am Tier fortlaufend aufzeichnen. Sehr früh auf die Bedeutung der Telemetrie für die Untersuchung von physiologischen Rhythmen hingewiesen haben ESSLER u. FOLK (1961) und MILES (1962). Die beiden ersteren benutzten die Radio-Telemetrie zur Verfolgung physiologischer Rhythmen bei Tieren. Erstmalig wurden telemetrische Messungen bei Geflügel von LORD et al. (1962) zur Untersuchung der Atmung von Flugenten eingesetzt. In den folgenden Jahren untersuchte STURKIE (1963) das tägliche Muster der Herzschlagfrequenz von Hühnern und WINGET et al. (1965) die Beziehung von Eiablage und Ovulation mit Veränderungen der Körpertemperatur bei Hühnern.
Die vielfältigen Anwendungen der Telemetrie bei anderen Tieren sind ausführlich von SLATER (1963), KO u. NEUMANN (1967), MACKAY (1970), KIMMICH u. VOS (1972) sowie von NEUKOMM (1974) beschrieben worden. Den meisten der bis dahin gemachten Untersuchungen ist aber aufgrund der damals noch stärker beschränkten technischen Möglichkeiten eine unzureichende Informationsübertragung wegen der Störanfälligkeit und der relativ kurzen Übertragungszeit gemeinsam. Entscheidende technische und methodische Verbesserungen auf diesem Gebiet wurden von PLONAIT (1974), PLONAIT u. REINHARD (1977) und PLONAIT u. BÜTTNER (1984) durchgeführt.

Neuere Untersuchungen bei Hühnern liegen von CAIN u. WILSON (1971, 1974), von KADANO u. BESCH (1978) und von KÜNDIG (1977) vor. Die beiden ersten Autoren untersuchten 1971 bei Hühnern den circadianen Rhythmus der Körperkerntemperatur, der Bewegungsaktivität und der Eiablage sowie 1973 den Einfluß von spezifischen Umgebungsparametern wie Licht, Dunkelheit, Temperatur und Geräuschpegel auf den Circadianrhythmus von Hühnern. KADANO und BESCH (1978) maßen die Körperkerntemperatur von Hühnern bei verschiedenen Umgebungstemperaturen. KÜNDIG (1977) zeichnete telemetrisch die Herzschlagfrequenz von Hühnern während des Legeaktes auf.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methode

3.1.1 Tiere

Als Versuchstiere wurden acht Hühner unterschiedlicher Rasse verwendet. Zwei Hühner der mittelschweren Rasse "Warren" wurden in Freilaufhaltung selbst aufgezogen. Vier weitere einer leichten Leghorn-Hybrid-Rasse und zwei schwere Rhodeländer-Hybriden wurden in einer Batterie-Käfighaltung aufgezogen und waren bei Versuchsbeginn bereits in Legebatterien aufgestallt. Alle Versuche wurden während der ersten Legeperiode der Tiere durchgeführt. Die Legetätigkeit verlief ungestört und entsprach den Erwartungen. Die Hühner waren während des gesamten Beobachtungszeitraumes klinisch inapparent.

3.1.2 Haltungsbedingungen

Die Messungen bei Freilaufhaltung fanden in einem Tierlabor der Zentralen Tierlaboratorien der Freien Universität Berlin statt. Der klimatisierte und schallisolierte Raum war dazu vollständig mit Stroh eingestreut und mit Legenestern und Sitzstangen versehen worden. Die Fütterung erfolgte mit Legehennenalleinfutter im Futtertrog ad libitum. Trinkwasser wurde in einer Tränkeglocke ebenfalls ad libitum angeboten. Die Boden-Besatzdichte lag bei keinem der Freilauf-Versuche unter 0,5 m^2 pro Huhn. Die Temperatur betrug kontinuierlich 20 $\pm$ 1°C, die relative Luftfeuchtigkeit 50 $\pm$ 10 % und die vorherschende Beleuchtungsstärke lag tagsüber bei keinem der Versuche unter 10 Lux in Hennenhöhe.

Die Versuchsreihen der Messungen bei Käfighaltung wurden größtenteils im Institut für Tierernährung der Freien Universität Berlin durchgeführt. In einem klimatisierten Stall befanden sich hier durchschnittlich 200 in Käfigbatterien gehaltene Legehennen, die in Einzelkäfigen mit einer Bodenfläche von 800 cm^2 je Huhn untergebracht waren. Die Höhe der Käfige betrug 45 cm. Die Fütterung erfolgte mit Legehennenalleinfutter ad libitum, die Trinkwasserversorgung über eine Tränkerinne ebenfalls ad libitum. Die durchschnittliche Temperatur lag bei 21 $\pm$ 1°C und die relative Luftfeuchtigkeit bei 50 $\pm$ 5 %. Die Beleuchtungsstärke betrug auch hier während der Lichtphase bei keinem der Versuche weniger als 10 Lux in Hennenhöhe. Die Lichtphase begann bei allen Lichtprogrammen jeweils um 6.00 Uhr.

Neben dieser Käfighaltungsform, die im weiteren Text als Käfig A bezeichnet wird, wurden zeitweilig im oben genannten Versuchstierlabor der Zentralen Tierlaboratorien in dem unter Freilaufhaltung untersucht wurde, zwei Batteriekäfige mit einer Abmessung von jeweils 40 x 50 cm Grundfläche und 50 cm Höhe aufgestellt. Die Klima- und Lichtverhältnisse entsprachen bei diesen Messungen den oben angegebenen. Die Fütterung erfolgte wiederum mit Legehennenalleinfutter und die Trinkwasserversorgung über eine Tränkerinne ad libitum. Die Besatzdichte pro Käfig betrug 4 Tiere entsprechend einer Fläche von 500 cm^2 pro Tier. Diese Haltungsform wird im weiteren Text als Käfig B bezeichnet.

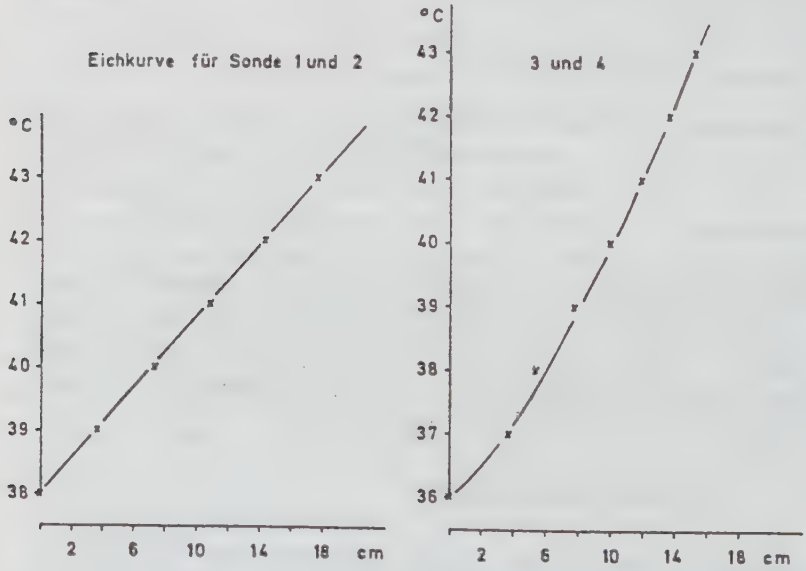
3.1.3 Messung und Registrierung der Körperkerntemperatur

Zur Übertragung der Körperkerntemperatur (KKT) wurde den einzelnen Hühnern eine Endoradiosonde implantiert. Die Sonden waren in einer Polyvinylkapsel mit den Maßen 25 x 12 x 6 mm untergebracht. Diese enthielt den NTC-Widerstand, die Modulationsstufe und den Sender, der von einer Niederfrequenz moduliert wurde, die ihrerseits zwischen 37°C und 43°C linear von der Umgebungstemperatur abhing. Als Empfänger und Demodulator wurde das BTM G II-Gerät nach GEORGIEV verwendet. Die technischen Einzelheiten von Sender und Empfänger haben GEORGIEV und GEORGIEVA (1980) beschrieben. Zur Aufzeichnung standen zwei Kompensationsschreiber mit jeweils 250 mm Schreibbreite zur Verfügung. Geschrieben wurde mit einem Vorschub von 25 mm pro Stunde.

3.1.4 Eichung der Temperaturanlage

Die Eichung der Anlage erfolgte vor jeder Implantation durch Einbringung der Endosonden in entsprechend temperierte Wasserbecken. Es wurde für jede Sonde eine Eichkurve ermittelt. Dazu wurde die Sonde in ein Wasserbad von 36°C bzw. 38°C gebracht und am Empfangsgerät mittels Feinabgleich der Zeiger des die Temperatur anzeigenden Drehspulinstruments auf diesen Wert gebracht. Damit war die untere Temperaturmarke festgelegt. Ebenso wurde die obere Temperaturmarke von 43°C durch Verbringung der Sonde in ein Wasserbad von 43°C festgelegt. Jedem Übertragungskanal, d.h. jeder Sonde wurde ein Kompensationsschreiber zugeordnet.

Dieser wurde so justiert, daß eine maximale Schreibbreite erzielt wurde. Nach dem Auffinden der unteren (36°C bzw. 38°C) und der oberen (43°C) Marke wurden mit entsprechend temperierten Wasserbädern die dazwischenliegenden Temperaturen in Schritten von 0,5°C ermittelt und auf dem Schreiber markiert. Diese Prozedur wurde so oft wiederholt, bis sich stabile reproduzierbare Verhältnisse zeigten. Für die verwendeten Sonden 1 und 2, die jeweils nur auf Kanal 1 betrieben wurden und mit dem Schreiber 1 gekoppelt waren und für die Sonden 3 und 4, die auf Kanal 2 sendeten und mit dem Schreiber 2 verbunden waren, wurden folgende Eichkurven ermittelt:



3.1.5 Implantation der Sonden

Die Implantation der Sonden erfolgte jeweils eine Woche vor Versuchsbeginn. Dazu wurden die Sonden vor der Implantation für 24 Stunden in eine Desinfektionslösung verbracht. Zur Implantation selbst wurden die Hühner mittels Hypnodil^{R} (Metomidat-HCl) für Vögel der Firma Janssen anästhetisiert. Dieses Anästhetikum hat bei Hühnern in einer Dosierung von 10 mg pro kg Körpergewicht in 1 %iger Lösung eine ausreichend gute narkotisierende Wirkung. Das Hypnodil^{R} (Metomidat-HCl) wurde i.m. in die Brustmuskulatur appliziert.

Das Toleranzstadium trat bei allen Hühnern 5-10 Minuten p. appl. ein. Die Narkosedauer betrug bei allen Tieren 15-20 Minuten. Nach weiteren 15 Minuten begannen die Hühner sofort zu laufen und zu trinken und pickten Futter. Der Bereich des Hautschnittes zwischen dem caudalen Sternumende und der Kloake wurde bei allen Hühnern zusätzlich mit 2 ml des Lokalanästhetikums Hostacain^{R} 1 %ig der Firma Hoechst anästhetisiert. Der 1,5 cm lange Einschnitt erfolgte median 1 cm caudal des Manubrium sterni. Nach Durchtrennung von Haut, Muskulatur und Peritoneum wurde die Sonde jeweils direkt unter dem Darmkonvolut plaziert. Der Wundverschluß erfolgte in zwei Schichten mit einer rückläufigen Naht nach Wolf (Peritoneum und Muskulatur) und je drei Knopfheften für die Hautnaht. Als Nahtmaterial wurde für beide Nähte dünnes Catgut verwendet. Die Heilung erfolgte in allen Fällen per primam binnen einer Woche. Die Schmerzausschaltung und der Wundverschluß wurde bei der operativen Entfernung der Sonden auf die gleiche Weise vorgenommen.

3.2 Chronologische Übersicht der Messungen

Die Versuchsreihen wurden in der zeitlichen Reihenfolge nachstehender Aufstellung durchgeführt. Da zwei Übertragungskanäle zur Verfügung standen, wurde versucht, möglichst zwei Hühner parallel unter denselben Bedingungen zu untersuchen.
Erläuterung zu den folgenden Abkürzungen:

Frei: Freilaufhaltung mit Stroheinstreu im Versuchstierlabor der Zentralen Tierlaboratorien der Freien Universität Berlin (Näheres dazu in Kapitel 3.1.2)

Käfig A: Käfig-Batteriehaltung im Institut für Tierernährung der Freien Universität Berlin. (Näheres dazu in Kapitel 3.1.2)

Käfig B: Käfig-Batteriehaltung im Versuchstierlabor der Zentralen Tierlaboratorien der Freien Universität Berlin. (Näheres dazu in Kapitel 3.1.2)

LD: Dauer der Licht- und Dunkelphase in Stunden.

Versuchsreihen:

Huhn 1: Rasse Warren

Frei,	LD 12:12,	11.04.1983 - 27.05.1983
Käfig A,	LD 18:6,	09.11.1983 - 01.12.1983
Frei,	LD 18:6,	02.12.1983 - 06.12.1983
Frei,	LD 12:12,	07.12.1983 - 18.12.1983

Huhn 2: Rasse Warren

Frei,	LD 12:12,	12.05.1983 - 24.05.1983
Käfig A,	LD 18:6,	09.11.1983 - 01.12.1983
Frei,	LD 18:6,	02.12.1983 - 06.12.1983
Frei,	LD 12:12,	07.12.1983 - 18.12.1983

Huhn 3: Rasse Leghorn-Hybride

Frei,	LD 12:12,	10.09.1983 - 02.10.1983
Käfig B,	LD 12:12,	03.10.1983 - 19.10.1983
Käfig A,	LD 18:6,	20.10.1983 - 05.11.1983

Huhn 4: Rasse Leghorn-Hybride

Frei,	LD 12:12,	13.09.1983 - 02.10.1983
Käfig B,	LD 12:12,	03.10.1983 - 19.10.1983
Käfig A,	LD 18:6,	20.10.1983 - 05.11.1983

Huhn 5: Rasse Leghorn-Hybride

Käfig A,	LD 18:6,	31.12.1983 - 09.01.1984
Frei,	LD 18:6,	10.01.1984 - 25.01.1984
Frei,	LD 12:12,	26.01.1984 - 08.02.1984

Huhn 6: Rasse Leghorn-Hybride

Käfig A,	LD 18:6,	30.12.1983 - 09.01.1984
Frei,	LD 18:6,	10.01.1984 - 25.01.1984
Frei,	LD 12:12,	26.01.1984 - 08.02.1984

Huhn 7: Rasse Rhodeländer-Hybride

Käfig A,	LD 18:6,	11.02.1984 - 26.02.1984
Frei,	LD 18:6,	27.02.1984 - 17.03.1984
Frei,	LD 12:12,	18.03.1984 - 08.04.1984

Huhn 8: Rasse Rhodeländer-Hybride

Käfig A,	LD 18:6,	13.02.1984 - 28.02.1984
Frei,	LD 18:6,	29.02.1984 - 17.03.1984
Frei,	LD 12:12,	18.03.1984 - 04.04.1984

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Mittlere Periodenlängen (Abb. 2-11)

Die Körperkerntemperatur-Kurven der Hühner (Registrierbeispiel einer 24 Stunden-Aufzeichnung siehe Abb. 1a und 1b) wurden wie folgt ausgewertet. Nach einer ersten Durchmusterung wurden von den immer erkennbaren rhythmischen Schwankungen der Körperkerntemperatur die Periodenlängen bestimmt, indem Punkte gleicher Phase mit Bleistiftstrichen markiert wurden. Da ein gewisses subjektives Moment bei der Anbringung der Striche nicht auszuschalten war, wurden stets möglichst viele Kurven hintereinander in einem Zuge so bearbeitet. Die Ausmessung der Periodenlängen, d.h. also der Distanz zwischen Punkten gleicher Phase, erfolgte regelmäßig durch eine andere Person. Die Ablesung erfolgte auf einen halben Millimeter genau. Die gemessenen Werte wurden fortlaufend in Urlisten eingetragen und daraus dem Rechengerät eingegeben.

Errechnet wurden für jedes Huhn für alle Tage der Meßzeit die mittleren Periodenlängen, die während der Licht- und der Dunkelphase angetroffen wurden. Diese Werte sind mit den dazugehörigen Standardabweichungen in den Abbildungen 2 bis 11 dargestellt. (Die Legende zu den Abbildungen ist für alle 8 auf Seite 17 zu finden). Während der Meßzeit wurden teilweise die Haltungsbedingungen geändert, d.h. das jeweils gemessene Huhn aus dem Käfig in die Freilaufhaltung verbracht bzw. aus dieser gekäfigt. Die Diagramme zeigen folgendes:

Deutliche Unterschiede der Periodenlängen zwischen der Licht- und Dunkelphase zeigen nur die frei gehaltenen Hühner. Bei ihnen sind die nachts angetroffenen Schwankungen der Körperkerntemperatur wesentlich langsamer als die tagsüber auftretenden. Die Käfighühner zeigen diesen Unterschied der Periodenlängen nicht. Da während der Funktionszeit der Sonden die Haltungsbedingungen geändert wurden, sind die Übergänge am gleichen Huhn von Käfighaltung zur Freilaufhaltung und umgekehrt gut zu sehen. Die Umstellung erfordert immer mehrere Tage, ist aber als Tendenzänderung der Mittelwertkurven vom Zeitpunkt der Haltungsänderung ab sofort zu bemerken. Der stärker die Verschiebung der Periodenlängen beeinflussende Faktor ist die Haltungsbedingung Käfig- bzw. Freilaufhaltung. Die Verkürzung der Ruhezeiten verschiebt in geringerem Maße das Spektrum der Periodenlängen in der Nacht zu kürzeren Werten. Die vorstehend beschriebenen Unterschiede wurden einer statistischen Analyse unterzogen (Statistische Analyse siehe Seite 25 bis 26).

Legende zu Abb. 2 bis 11:

Abszisse: Tag = fortlaufend nummerierte Untersuchungstage

Ordinate: Mittelwerte der Periodenlängen in Minuten, jeweils für einen Tag bzw. eine Nacht.

□ = Tagwert

* = Nachtwert

Lücken innerhalb der Diagramme sind durch technische Ausfälle bei der Übertragung bedingt.

Die Werte der einzelnen Untersuchungstage wurden wegen der besseren Darstellung der Kurventendenz miteinander verbunden.

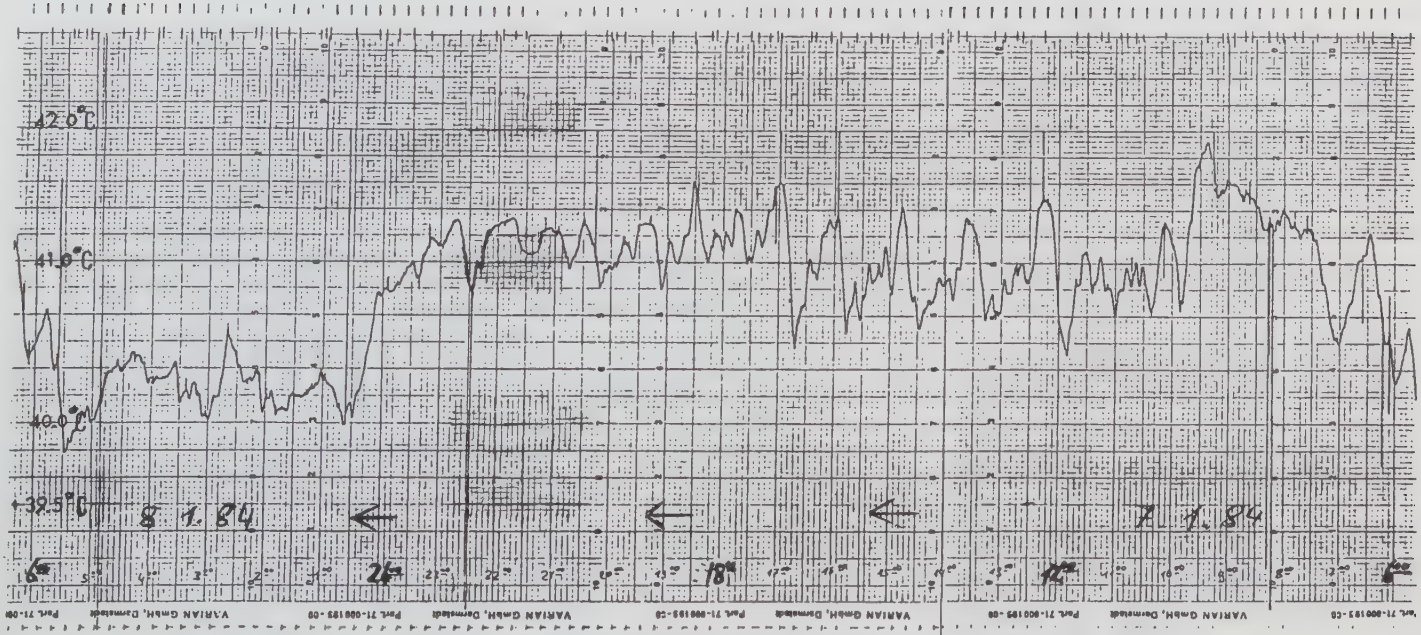


Abb.1: Registrierbeispiel einer 24-Stunden-Aufzeichnung der KKT

Huhn 7, Käfig A, LD 18:6, 07.01.1984 6.00 Uhr bis 08.01.1984 6.00 Uhr

Beleuchtungsdauer: 6.00 Uhr bis 24.00 Uhr

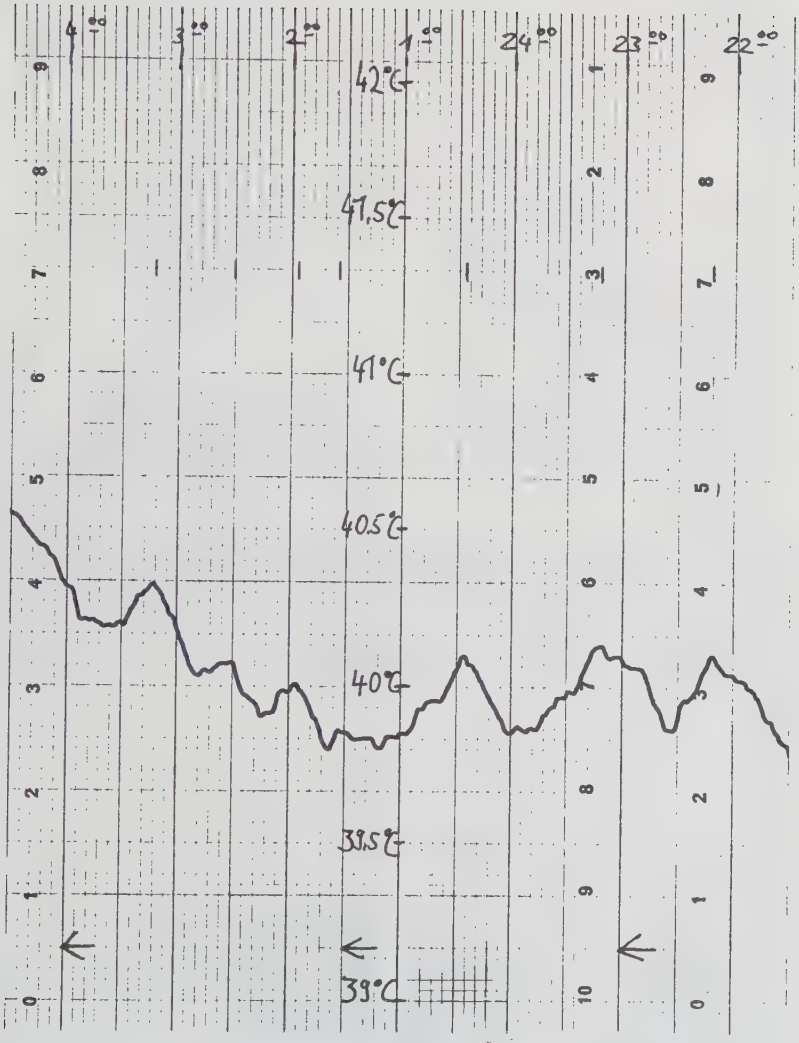


Abb. 1b: Abschnitt eines Registrierbeispiels der KKT
Huhn 2, Frei, LD 18:6, 3.12.1983.
22.00 Uhr bis 4.12.1983, 4.00 Uhr.
Dunkelphase

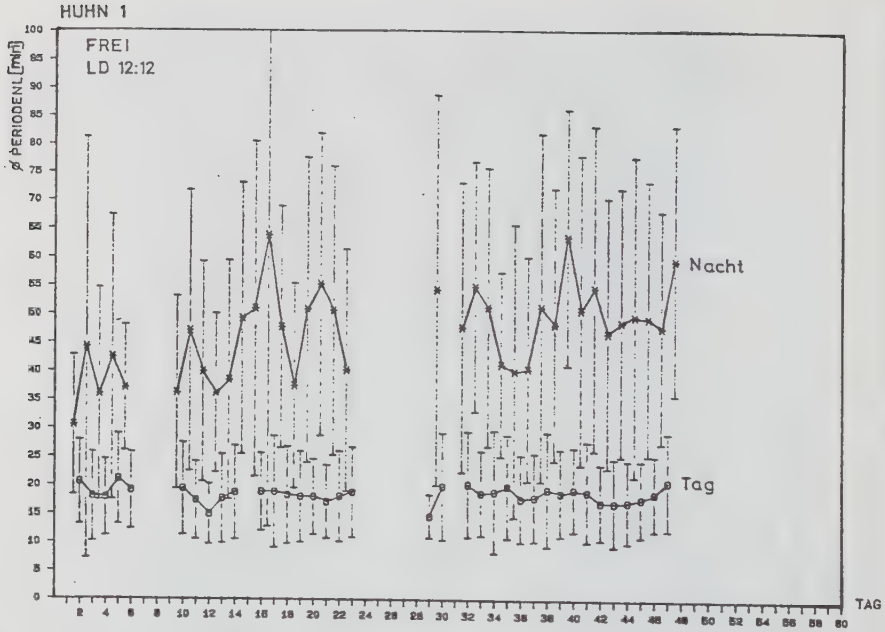

HUHN 1
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
Nacht
Tag
TAG

Abb. 2

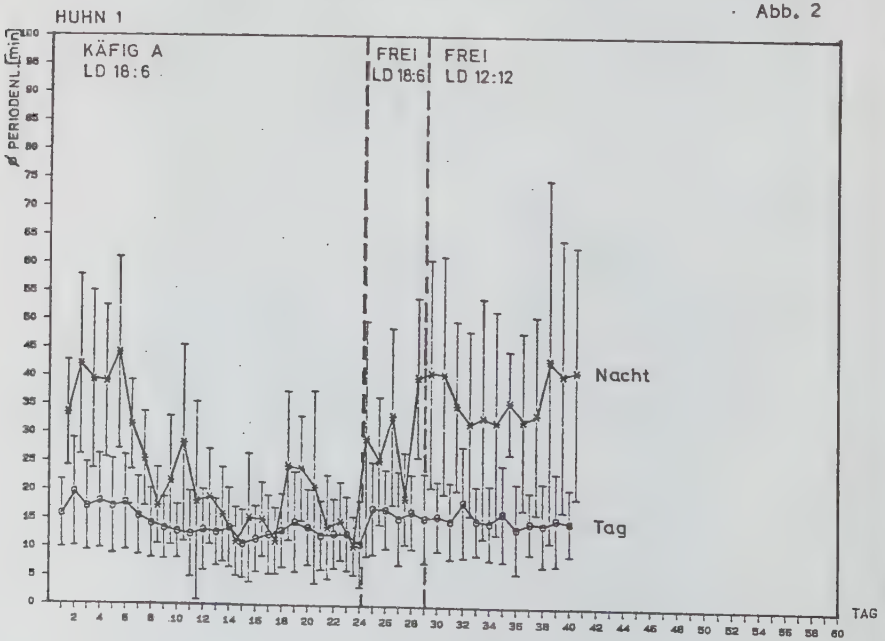

HUHN 1
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
Nacht
Tag
TAG

Abb. 3

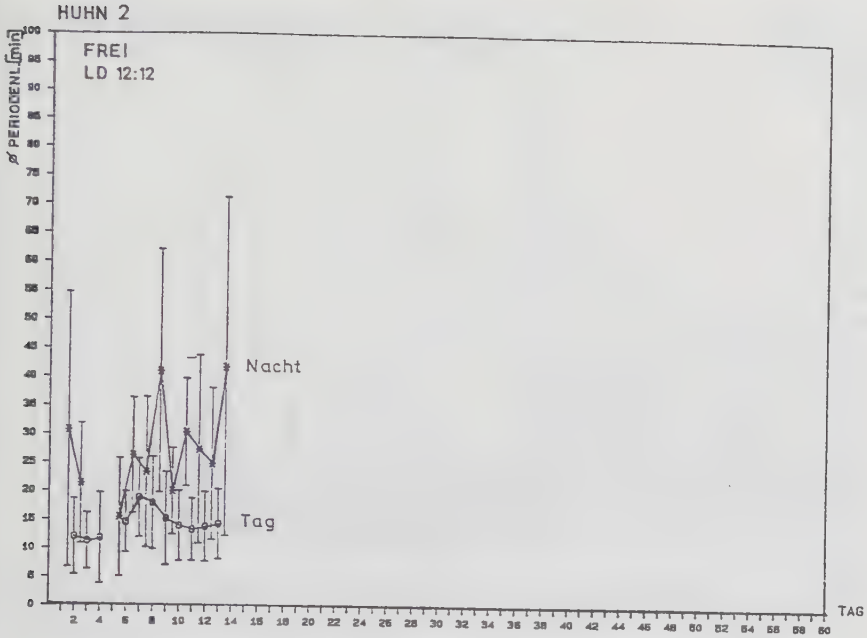

HUHN 2
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
Nacht
Tag
TAG

Abb. 4

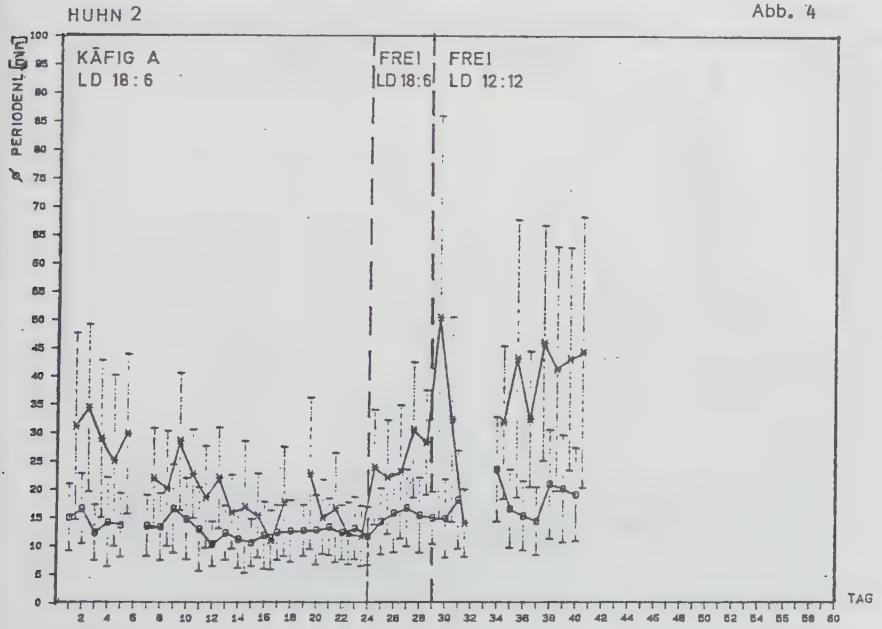

HUHN 2
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
TAG

Abb. 5

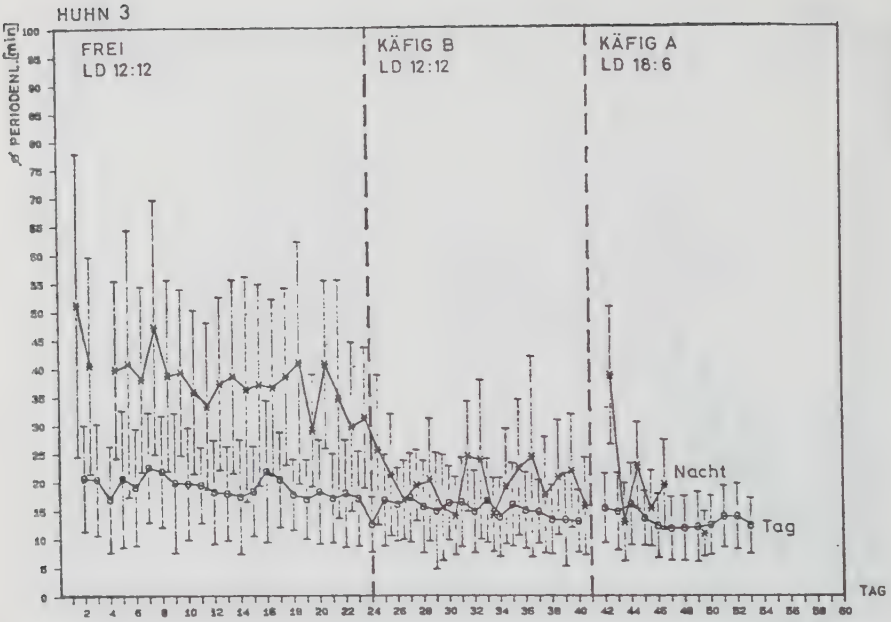

HUHN 3
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
Nacht
Tag
TAG

Abb. 6

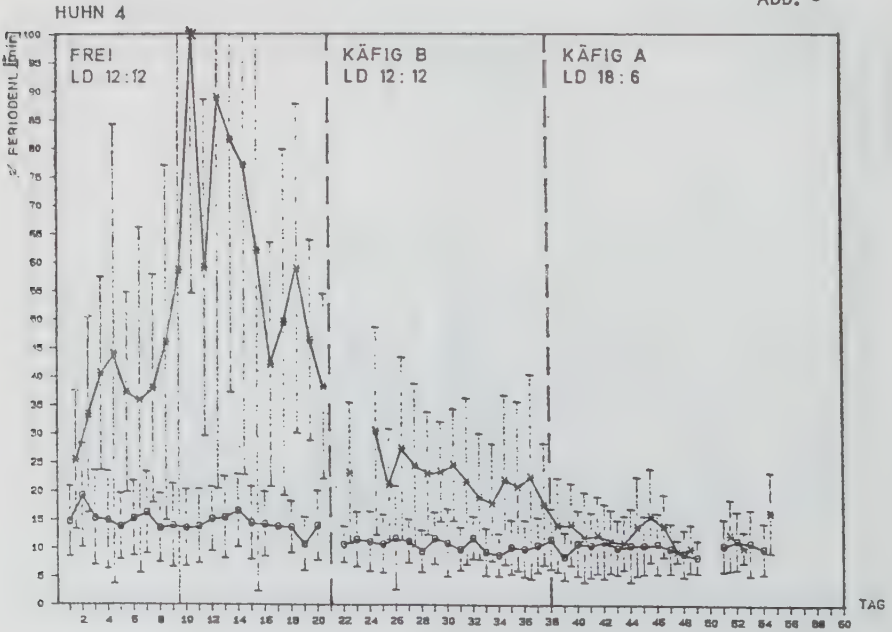

HUHN 4
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
TAG

Abb. 7

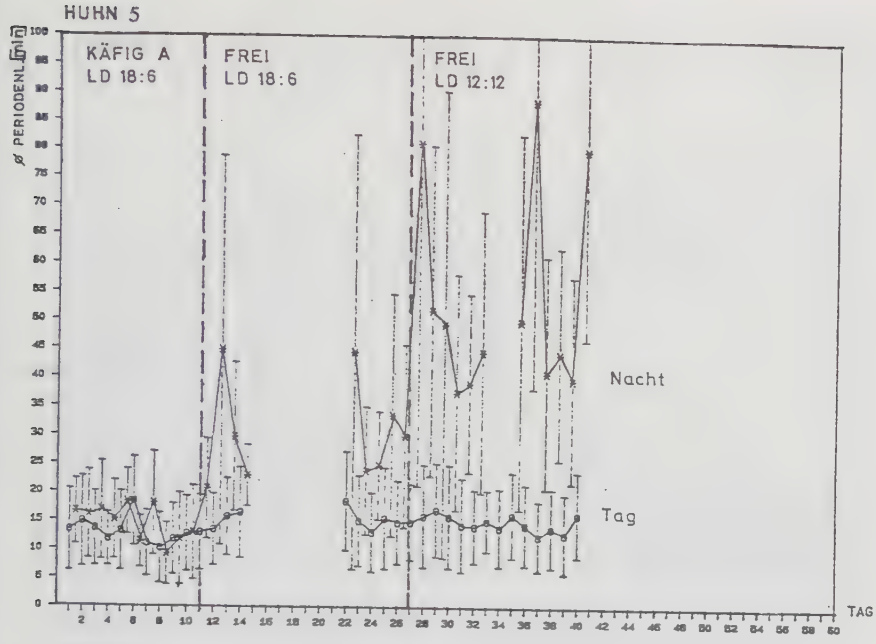

HUHN 5
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Nacht
Tag
ø PERIODENL. [min]
TAG

Abb. 8

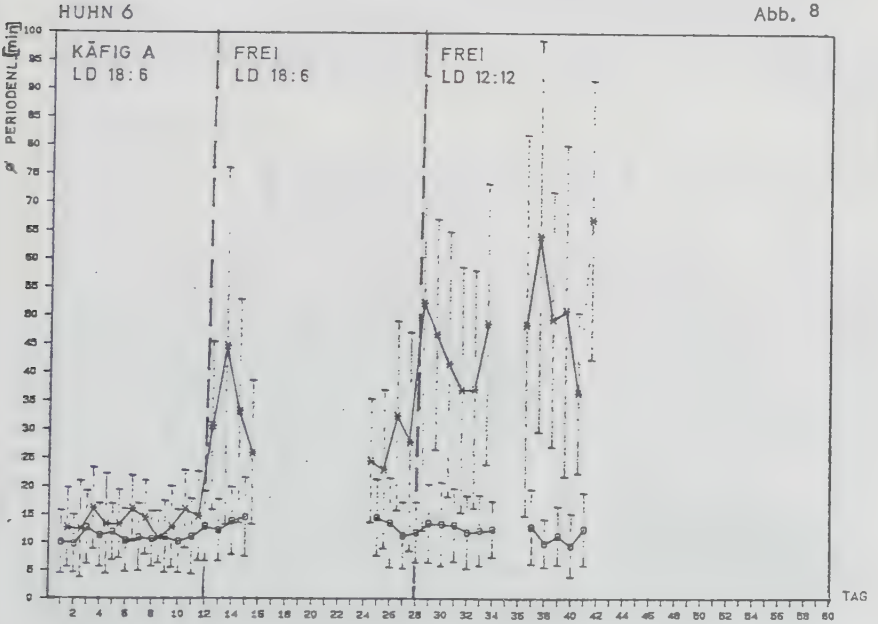

HUHN 6
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
TAG

Abb. 9

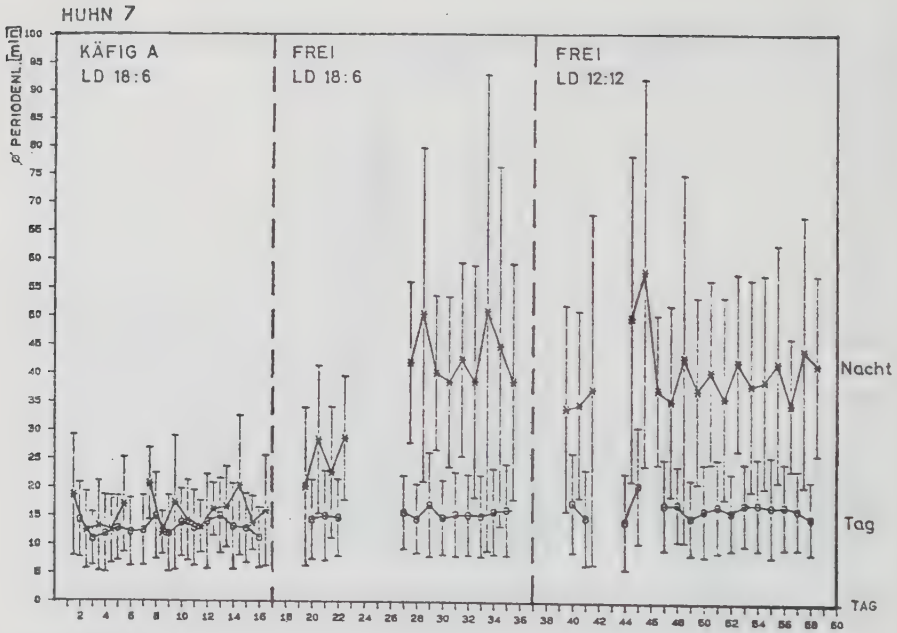

HUHN 7
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
Nacht
Tag
TAG

Abb. 10

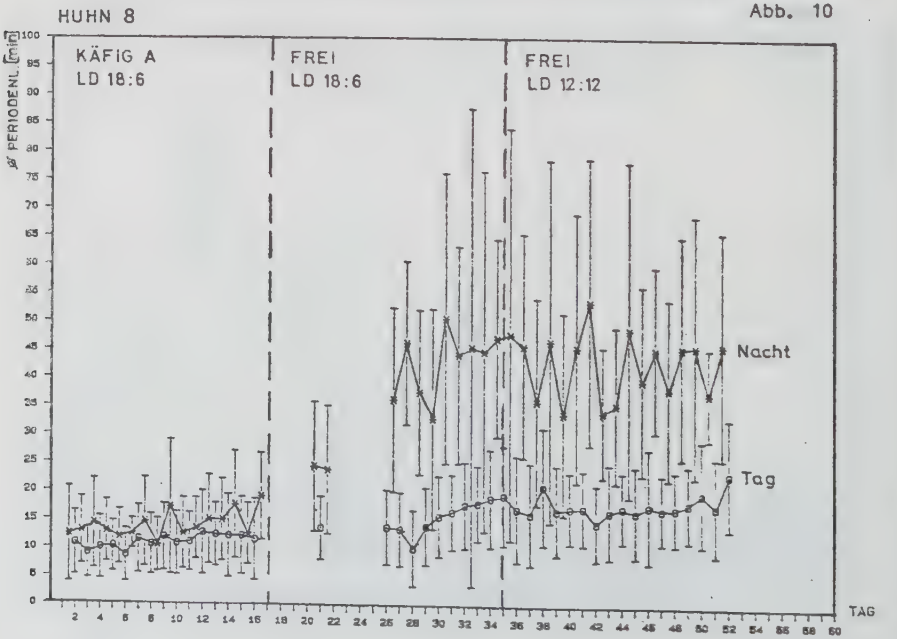

HUHN 8
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
ø PERIODENL. [min]
Nacht
Tag
TAG

Abb. 11

Statistische Analyse:

Um herauszufinden, ob für die dargestellten mittleren Periodenlängen der einzelnen Hühner, ein signifikanter Unterschied besteht, wurde eine einfache Varianzanalyse mit anschließendem Scheffé-Test (SACHS, 1978) durchgeführt. Dazu wurden die Hühner der jeweils gleichen Haltungsbedingungen zu 8 Gruppen zusammengefaßt.

Gruppe 1:	Tag,	Frei,	LD 12:12
Gruppe 2:	Tag,	Frei,	LD 18:6
Gruppe 3:	Tag,	Käfig A,	LD 18:6
Gruppe 4:	Tag,	Käfig B,	LD 12:12
Gruppe 5:	Nacht,	Frei,	LD 12:12
Gruppe 6:	Nacht,	Frei,	LD 18:6
Gruppe 7:	Nacht,	Käfig A,	LD 18:6
Gruppe 8:	Nacht,	Käfig B,	LD 12:12

Es ist zu erwähnen, daß die Untersuchungszeiträume der einzelnen Haltungsbedingungen von unterschiedlicher Länge sind und in den einzelnen Gruppen unterschiedlich viele Hühner vorkommen.

a) Einfache Varianzanalyse:

Hierbei wurde von der Hypothese ausgegangen, daß sich die obigen Gruppen hinsichtlich ihrer mittleren Periodenlängen nicht unterscheiden.

E I N F A C H E V A R I A N Z A N A L Y S E

QUELLE DER VAR.	FG	QUADRATSUMME	VARIANZ	F-WERT
BEHANDLUNG	7	6587.75249	941.1075	44.6936
REST	44	926.50295	21.0569	
GESAMT	51	7514.25544		

Die einfache Varianzanalyse ergab einen F-Wert von 44,69. Da entsprechend statistischer Tabellen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 und 7 Freiheitsgraden im Zähler und 44 im Nenner der kritische Wert 2,23 beträgt, läßt sich betreffend der mittleren Periodenlängen ein Gruppenunterschied nachweisen.

b) Scheffé-Test:

Um herauszufinden, wie sich die Gruppen im einzelnen unterscheiden, wurde ein Scheffé-Test durchgeführt, wobei jede Gruppe mit jeder verglichen wurde. Die Zweiwegetabelle zeigt die Mittelwertsunterschiede zwischen jeweils zwei Gruppen. Durch * sind die Differenzen gekennzeichnet, die sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 signifikant von 0 unterscheiden. Es liegt also im Vergleich der einzelnen Gruppen untereinander zwischen folgenden Gruppen ein signifikanter Gruppenunterschied vor:

Die Tabelle enthält die Mittelwerte der in den Zeilen genannten Gruppen minus den Mittelwerten der in den Spalten genannten Gruppen (z.B. Differenz der Gruppe 8 minus Gruppe 4 = 8.37)

GRUPPE ↓ / →	1	2	3	4	5	6	7
2	-1.30						
3	-3.74	-2.44					
4	-3.27	-1.97	0.48				
5	26.42*	27.71*	30.16*	29.68*			
6	15.94*	17.24*	19.68*	19.21*	-10.47*		
7	0.74	2.03	4.48	4.00	-25.68*	-15.21*	
8	5.11	6.40	8.85	8.37	-21.31*	-10.84	4.37

Die Tabelle ist sowohl von links nach rechts, als auch von oben nach unten zu lesen (Zweiwegetabelle).

Gruppe 4 unterscheidet sich von Gruppe 5 und 6.
Gruppe 5 unterscheidet sich von Gruppe 1, 2, 3, 4 und 6.
Gruppe 6 unterscheidet sich von Gruppe 1, 2, 3, 4, 5, 7 und 8.
Gruppe 7 unterscheidet sich von Gruppe 5 und 6.
Gruppe 8 unterscheidet sich von Gruppe 5.

Zusammenfassend zeigt die statistische Analyse folgendes:

1. Die Legehennen, die unter Freilaufbedingungen gehalten werden, zeigen nachts (Gruppe 5 und Gruppe 6) signifikant längere Perioden in ihren Körperkerntemperaturschwankungen, als tagsüber (Gruppe 1, 2, 3 und 4).

2. Die Legehennen, die unter den Käfig A- oder Käfig B-Bedingungen gehalten werden, zeigen nachts signifikant kürzere Perioden in ihren Körperkerntemperaturschwankungen, als die im Freilauf ermittelten (Gruppe 7 und 8).

3.3.2 Häufigkeitsverteilung der Periodenlängen (Abb. 12-19 und Abb. 60-111)

Pro Huhn und pro Versuchsanordnung wurden die vorkommenden Periodenlängen in Klassen zusammengefaßt und als Histogramme dargestellt. (Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Tiere sind im Anhang in den Abbildungen 60 bis 111 dargestellt) Die Abbildungen 12 bis 19 zeigen die relativen Häufigkeiten der Periodenlängen aller Tiere unter jeweils gleichen Haltungsbedingungen.

Sie zeigen folgendes:

1. Für Hennen im Freilauf besteht tagsüber eine relativ enge Verteilung der Periodenlängen (1 mm - 30 mm = 2,36 min - 70,9 min), nachts dagegen eine weite Streuung der Periodenlängen (1 mm - 90 mm = 2,36 min - 212,6 min). Diese Verteilung ändert sich für Hennen, die sich in Käfigen befinden. Die Periodenlängen tagsüber liegen bei den Käfig A-Bedingungen zwischen 1 mm - 27 mm = 2,36 min - 63,8 min und nachts ebenfalls zwischen 1 mm - 27 mm bei etwa vergleichbarer Streuung. Für Käfig B-Bedingungen liegt die Streuung der Periodenlängen tagsüber zwischen 1 mm - 27 mm = 2,36 min - 63,8 min, entsprechend nachts bei 1 - 39 mm = 2,36 min - 92,1 min, wobei sich hier die Verteilungen der relativen Häufigkeiten im Histogramm noch zwischen Tag und Nacht unterscheiden lassen. Verglichen mit den Freilauf-Nachtwerten ist jedoch eine Tendenz zur Verkürzung der langen Periodenlängen zu erkennen.

2. Die Verkürzung der Ruhezeit zeigt auch in der Häufigkeitsverteilung ihren Einfluß, erkennbar beim Vergleich von LD 12:12-Werten mit LD 18:6-Werten der Hühner im Freilauf. Die Tagwerte sind sich sowohl in ihren Häufigkeitsverteilungen als auch hinsichtlich ihrer Streuung (1 mm - 30 mm = 2,36 min - 70,9 min) bei LD 12:12 und bei LD 18:6 (1 mm - 25 mm = 2,36 min - 59,1 min) sehr ähnlich. Die Nachtwerte unterscheiden sich dagegen hinsichtlich ihrer Häufigkeitsverteilung, die bei LD 12:12 weitaus ausgewogener ist als bei LD 18:6, als auch in ihrer Streuung, die bei LD 12:12 von 1 mm - 90 mm = 2,36 min - 212,6 min und bei LD 18:6 nur von 1 mm - 57 mm = 2,36 min - 134,6 min reicht.

Die Histogramme für die einzelnen Tiere befinden sich im Anhang (Abb. 60 bis 111).

Legende zu den Abbildungen 12 bis 19:

Abszisse:	Periodenlängenklassen (Plk)
	1 Einheit = 2,36 min
Ordinate:	relative Häufigkeit (Hfkt) in %
	(100 % = Gesamtzahl aller angetroffenen Periodenlängen)

n:	Anzahl aller enthaltenen Periodenlängen
$\bar{x}$:	Mittelwert der Periodenlängen
s:	Standardabweichung
$x_{0.25}$:	1. Quartil oder 25 % Punkt
x:	2. Quartil oder Median
$x_{0.75}$:	3. Quartil oder 75 % Punkt

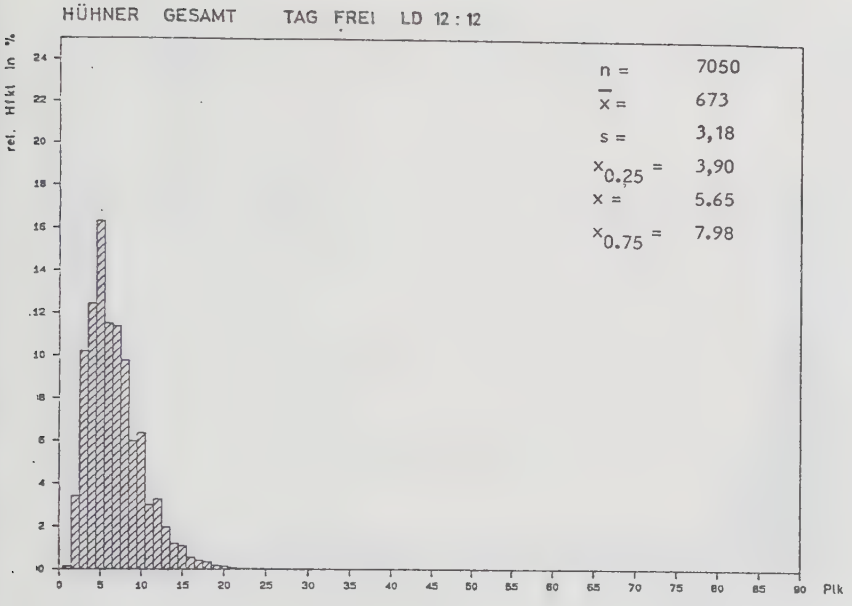

HÜHNER GESAMT TAG FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
n = 7050
x̄ = 673
s = 3,18
x0.25 = 3,90
x = 5.65
x0.75 = 7.98
Plk

Abb. 12

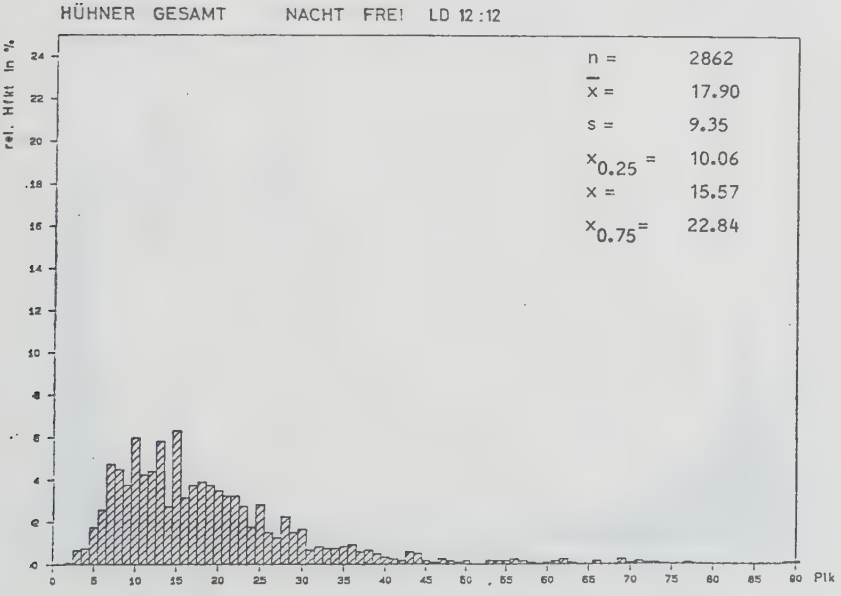

HÜHNER GESAMT NACHT FREI LD 12 :12
rel. Hfkt in %
n = 2862
x̄ = 17.90
s = 9.35
x0.25 = 10.06
x = 15.57
x0.75 = 22.84
Plk

Abb. 13

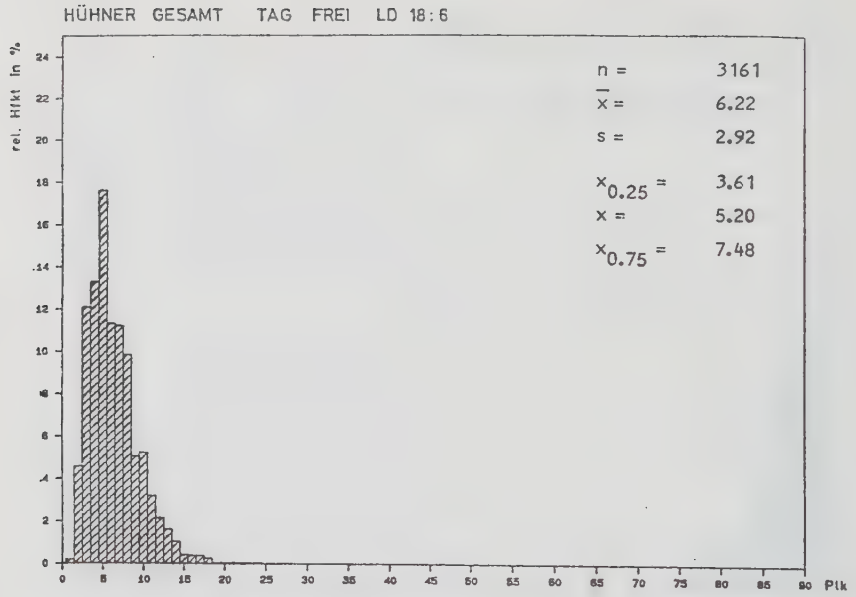

HÜHNER GESAMT TAG FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
n = 3161
x̄ = 6.22
s = 2.92
x0.25 = 3.61
x = 5.20
x0.75 = 7.48
Plk

Abb. 14

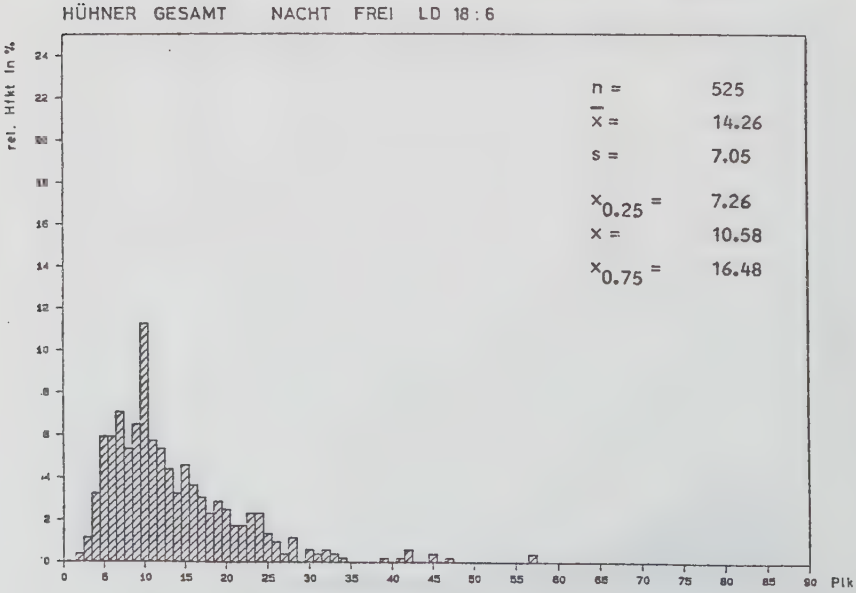

HÜHNER GESAMT NACHT FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
n = 525
x̄ = 14.26
s = 7.05
x0.25 = 7.26
x = 10.58
x0.75 = 16.48
Plk

Abb. 15

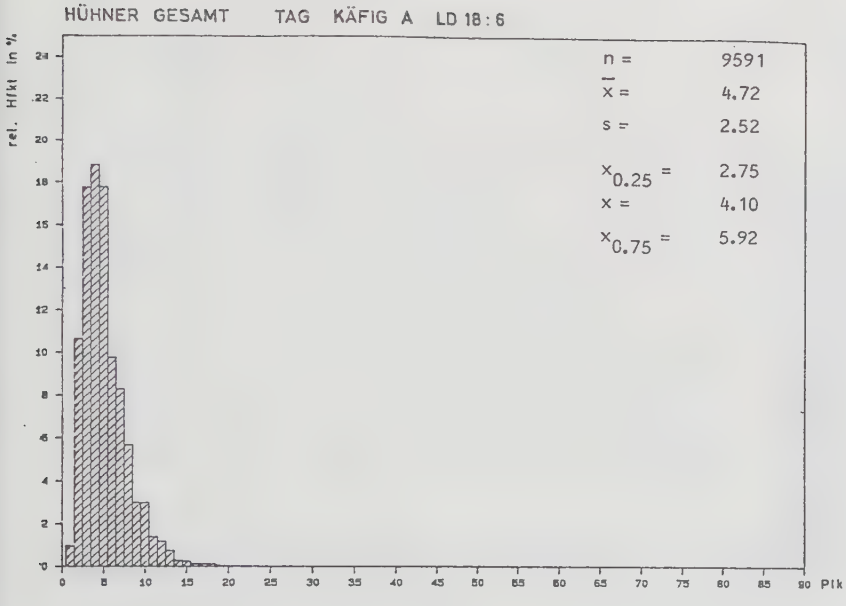

HÜHNER GESAMT TAG KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
n = 9591
x̄ = 4.72
s = 2.52
x0.25 = 2.75
x = 4.10
x0.75 = 5.92
Plk

Abb. 16

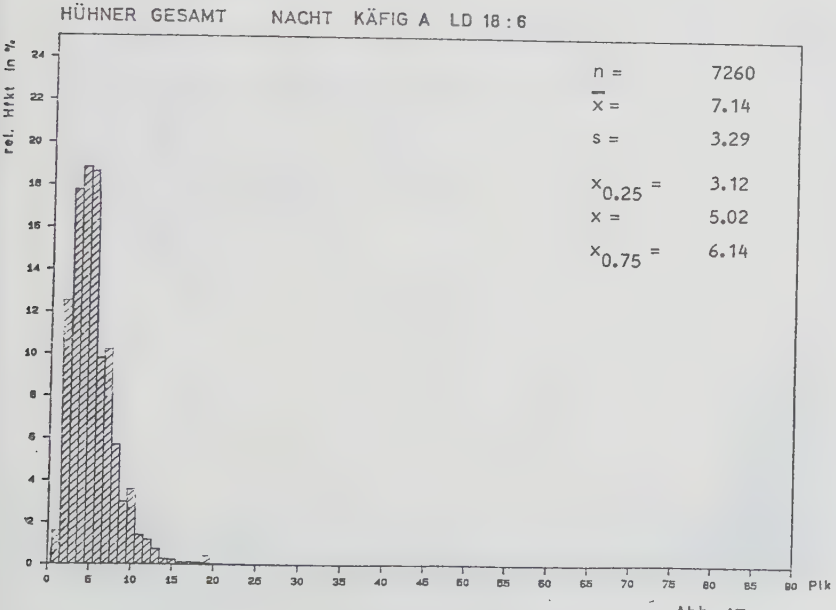

HÜHNER GESAMT NACHT KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
n = 7260
x̄ = 7.14
s = 3.29
x0.25 = 3.12
x = 5.02
x0.75 = 6.14
Plk

Abb. 17

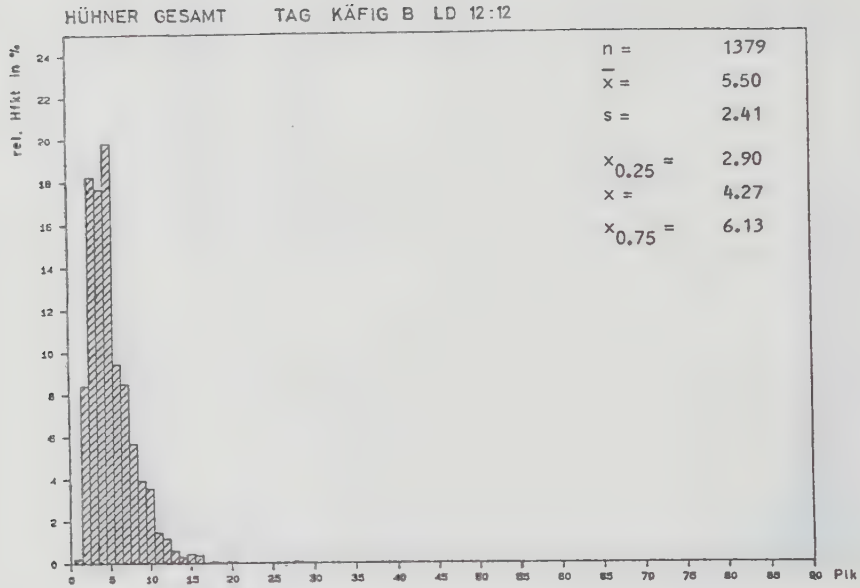

HÜHNER GESAMT TAG KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
n = 1379
x̄ = 5.50
s = 2.41
x0.25 = 2.90
x = 4.27
x0.75 = 6.13
Plk

Abb. 18

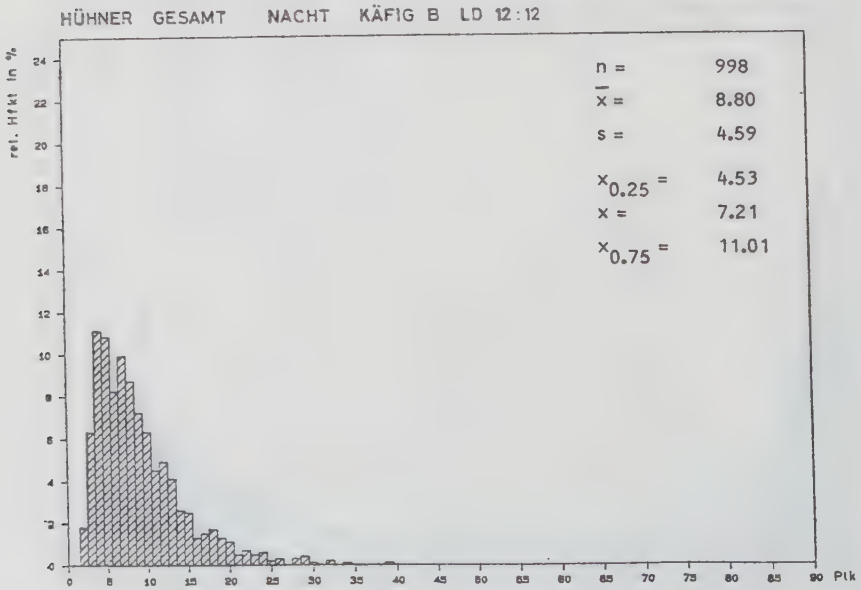

HÜHNER GESAMT NACHT KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
n = 998
x̄ = 8.80
s = 4.59
x0.25 = 4.53
x = 7.21
x0.75 = 11.01
Plk

Abb. 19

3.3.3 Tag-Nacht-Niveaus der Körperkerntemperatur (Abb. 20-29)

Um die circadiane Rhythmik der Körperkerntemperatur darzustellen, wurde das jeweils tags bzw. nachts herrschende Temperaturniveau der Körperkerntemperatur graphisch aus den Kurven ermittelt. Die einzelnen Tag-Nacht-Niveaus sind in den folgenden Diagrammen der Abb. 20 bis 29 dargestellt. Sie zeigen, daß bei den im Freilauf gehaltenen Hühnern zwischen dem jeweiligen Tagniveau der Körperkerntemperatur und dem dazugehörigen Nachtniveau eine gewisse Parallelität der Verlaufstendenz besteht, wobei der Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht in den meisten Fällen nicht mehr als 0,5°C - 1,5°C beträgt. Diese Verhältnisse ändern sich bei den in Käfigen gehaltenen Hühnern. Es treten hier durchaus Temperaturunterschiede von über 2°C auf. Dabei geht die Parallelität des Verlaufs der Tag-Nacht-Niveaus verloren.

Legende zu den Abbildungen 20 bis 29:

Abszisse: Fortlaufend nummerierte Versuchstage.
Ordinate: Körperkerntemperatur (KKT) in °C
□ = Tagwert
* = Nachtwert

Die Werte der einzelnen Untersuchungstage wurden wegen der besseren Darstellung der Kurventendenz miteinander verbunden.
Wegen der graphischen Ermittlung der Temperaturniveaus können keine Standardabweichungen angegeben werden.

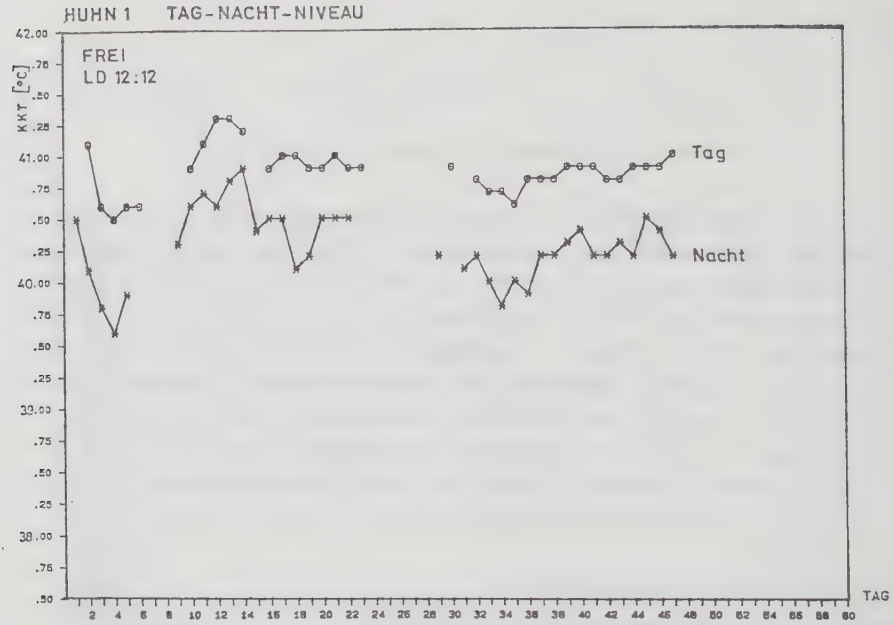

HUHN 1 TAG-NACHT-NIVEAU
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Tag
Nacht
TAG

Abb. 20

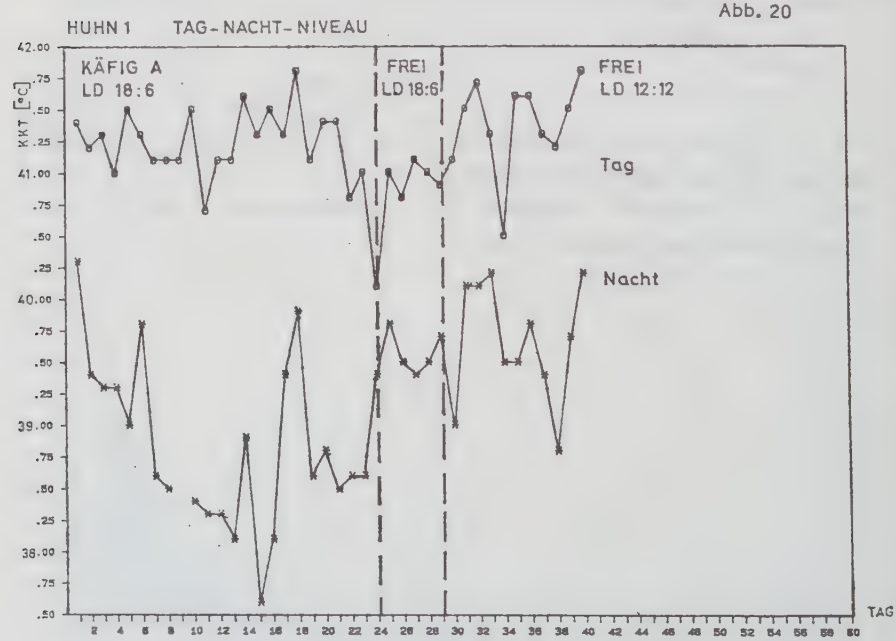

HUHN 1 TAG-NACHT-NIVEAU
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Tag
Nacht
TAG

Abb. 21

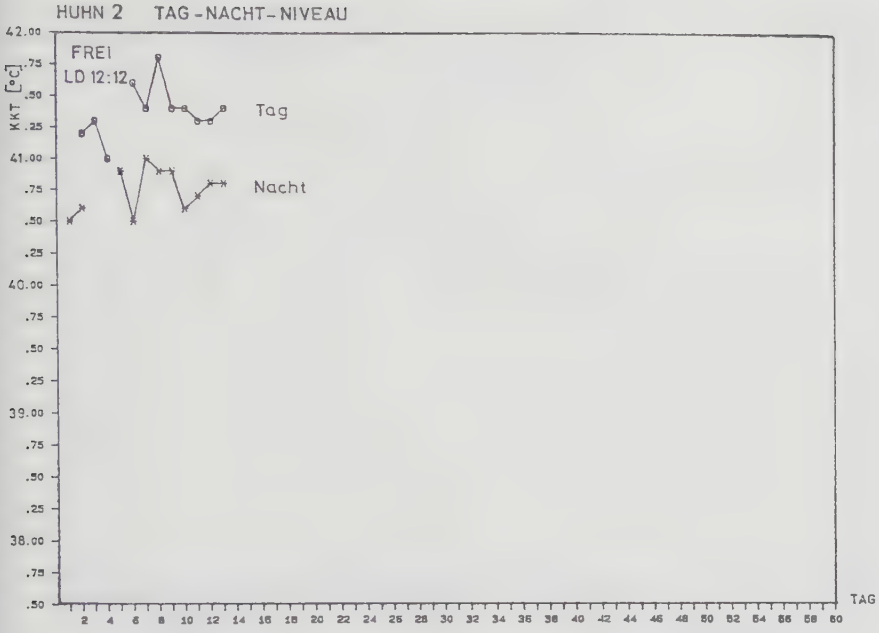

HUHN 2 TAG-NACHT-NIVEAU
FREI
LD 12:12
Tag
Nacht
KKT [°C]
TAG

Abb. 22

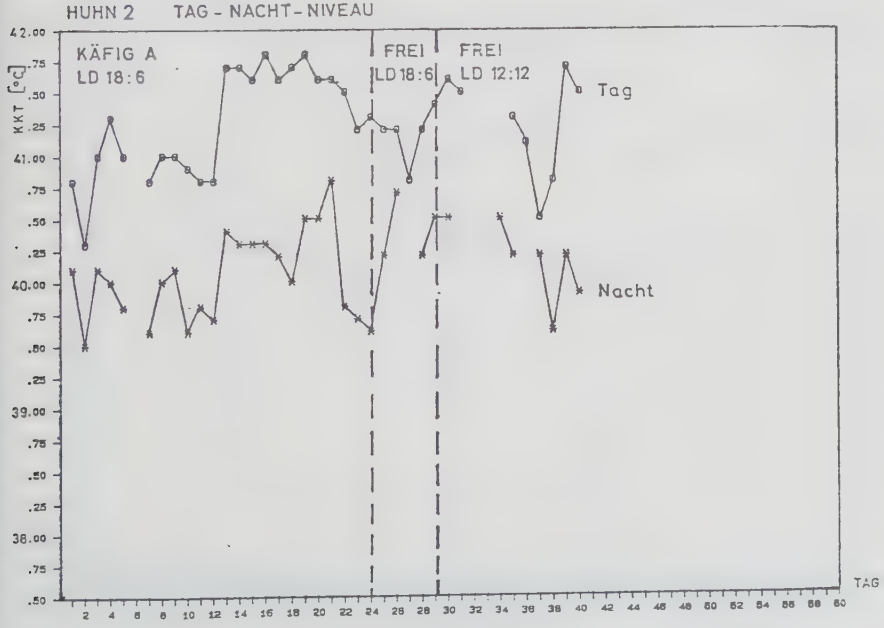

HUHN 2 TAG - NACHT - NIVEAU
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Tag
Nacht
KKT [°C]
TAG

Abb. 23

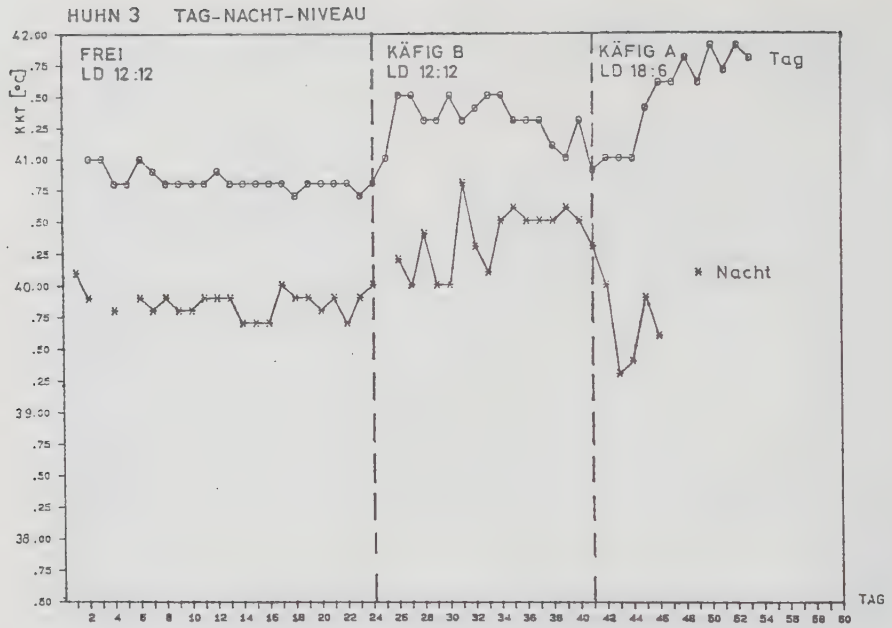

HUHN 3 TAG-NACHT-NIVEAU
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
Tag
Nacht
KKT [°C]
TAG

Abb. 24

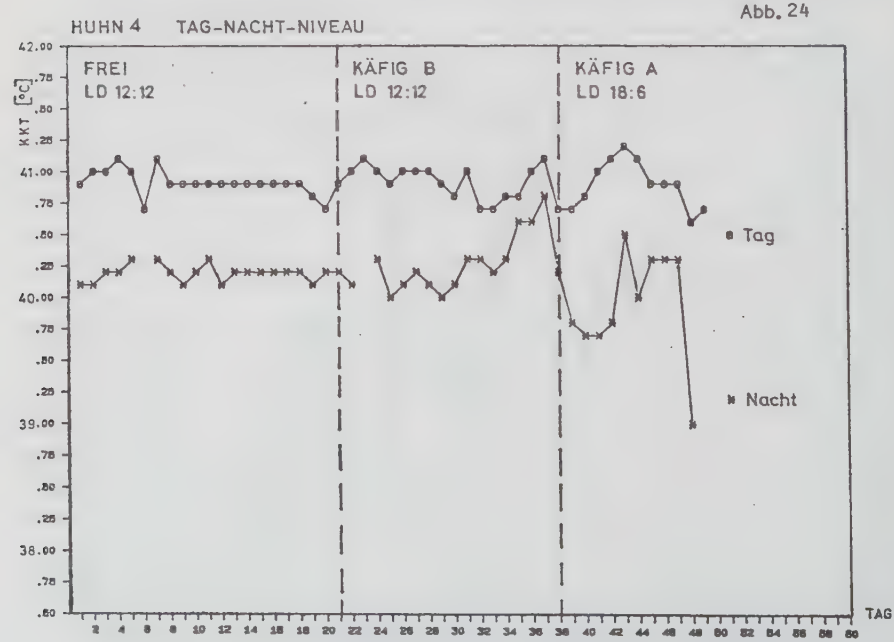

HUHN 4 TAG-NACHT-NIVEAU
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
Tag
Nacht
KKT [°C]
TAG

Abb. 25

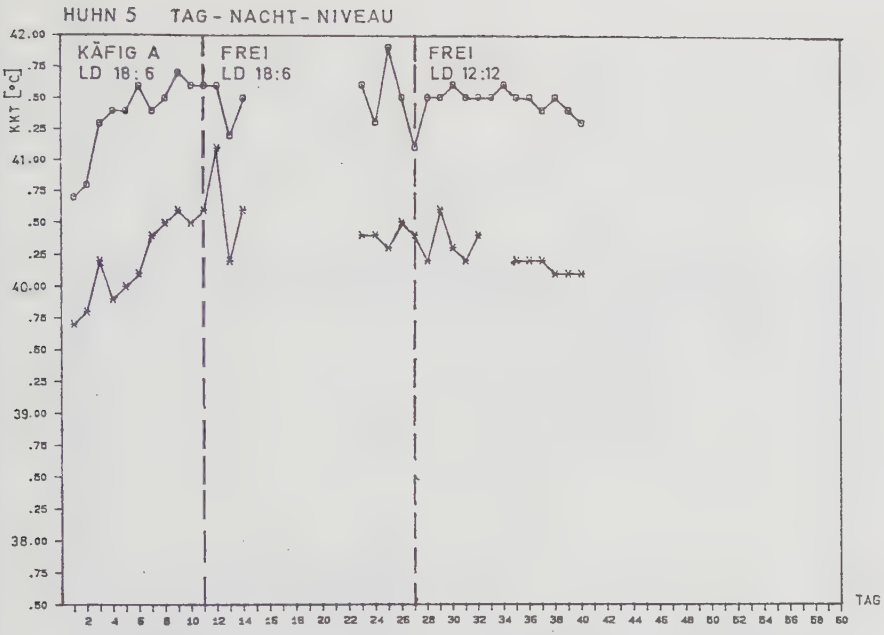

HUHN 5 TAG - NACHT - NIVEAU
KÄFIG A
LD 18 : 6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
TAG

Abb. 26

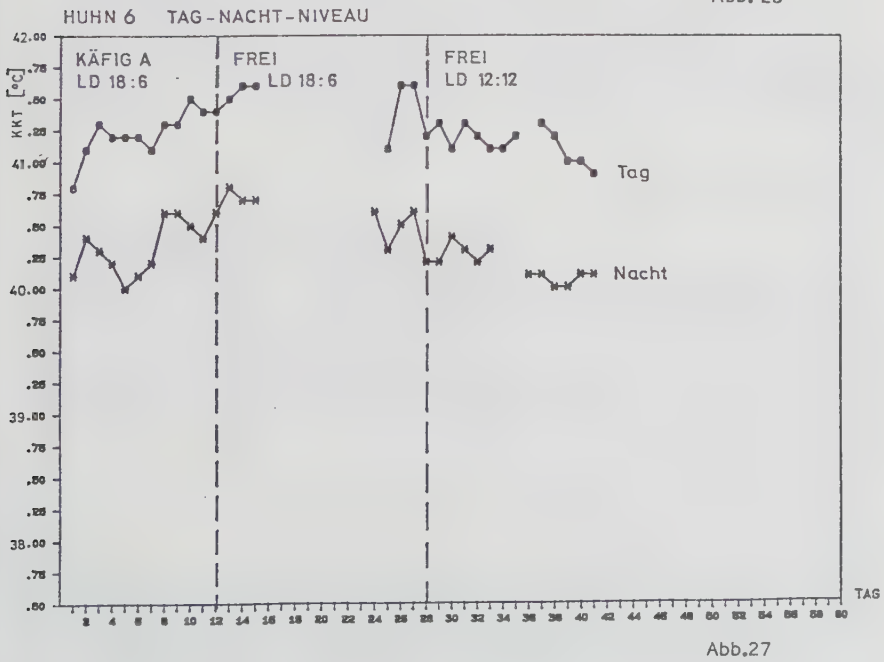

HUHN 6 TAG - NACHT - NIVEAU
KÄFIG A
LD 18 : 6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Tag
Nacht
KKT [°C]
TAG

Abb.27

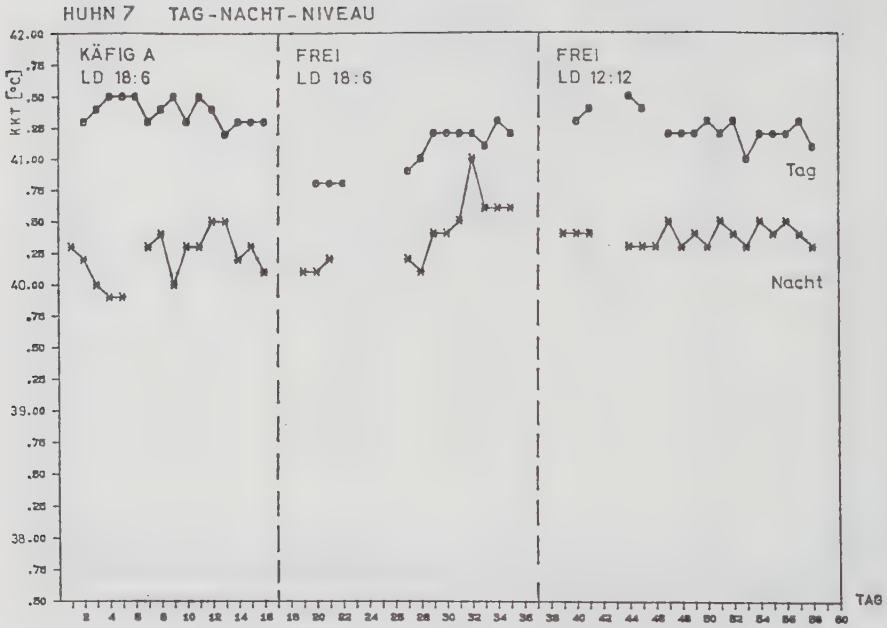

HUHN 7 TAG-NACHT-NIVEAU
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Tag
Nacht
TAG

Abb. 28

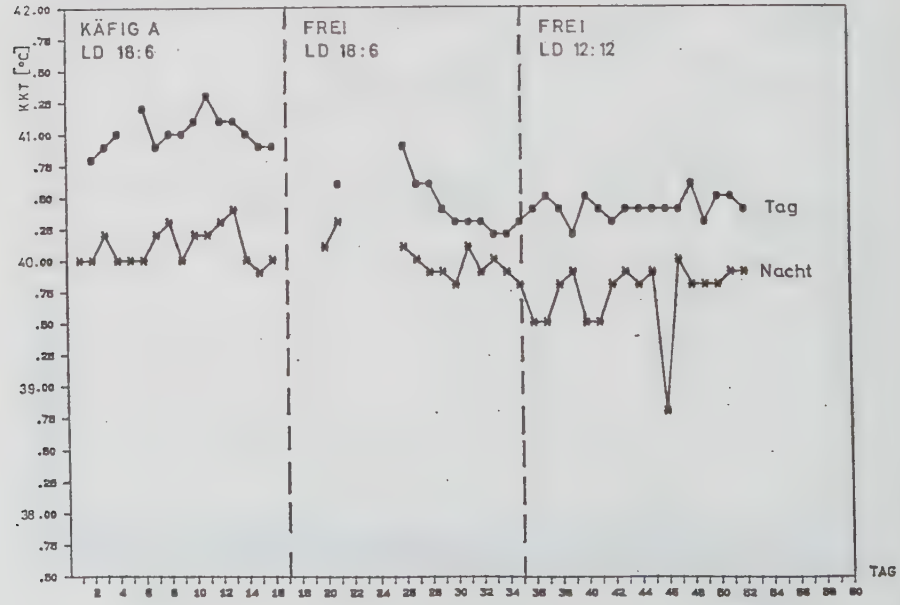

HUHN 8 TAG-NACHT-NIVEAU
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Tag
Nacht
TAG

Abb. 29

3.3.4 Maxima und Minima (Abb. 30 - 39) und Amplitude der Differenz (Max. - Min.) (Abb. 40 - 49) der Körperkerntemperatur

Aus den Kurven wurde für jedes Huhn pro Untersuchungstag der Maximalwert und der Minimalwert der Körperkerntemperatur herausgesucht. Für die Hühner im Freilauf zeigt sich, wie bei den Tag-Nacht-Niveaus, eine gewisse Parallelität zwischen dem Verlauf der Temperaturmaxima und dem der Temperaturminima. Die Differenzen (Abb. 39 - 48) liegen bei den Freilauf-Hühnern mit einer Ausnahme (Abb. 40) zwischen 1 und 2,5°C. Diese Parallelität ist bei den Käfighühnern weniger deutlich und die Differenzen zwischen Maximum und Minimum sind größer (1°C bis 5,7°C).

Legende zu den Abbildungen 30 bis 39:

Abszisse: Fortlaufend nummerierte Versuchstage.
Ordinate: Körperkerntemperatur (KKT) in °C.
□ = Tagwert
* = Nachtwert

Dargestellt ist jeweils der pro Versuchstag angetroffene Maximal- und Minimalwert. Die Werte der einzelnen Untersuchungstage wurden wegen der besseren Darstellung der Kurventendenz miteinander verbunden.

Legende zu den Abbildungen 40 bis 49:

Abszisse: Fortlaufend nummerierte Versuchstage.
Ordinate: Differenz zwischen Maximalwert und Minimalwert der Körperkerntemperatur in °C.

Die Werte der einzelnen Untersuchungstage wurden auch hier wegen der besseren Darstellung der Kurventendenz miteinander verbunden.

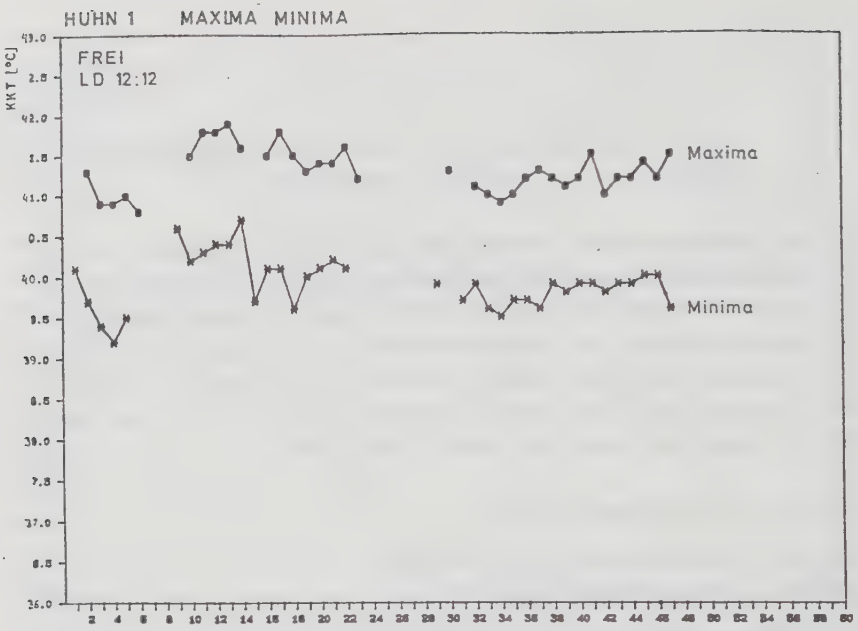

HUHN 1 MAXIMA MINIMA
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 30

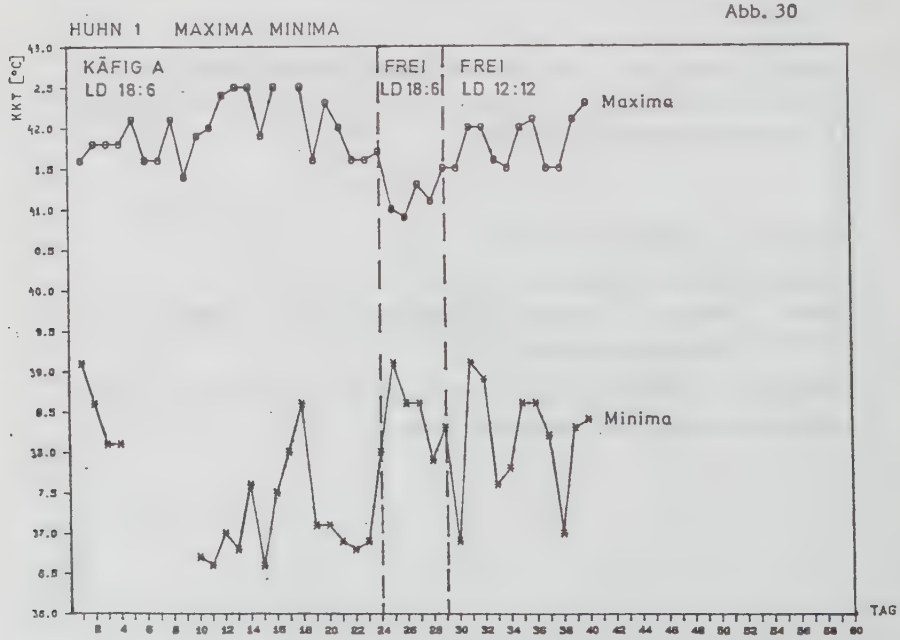

HUHN 1 MAXIMA MINIMA
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 31

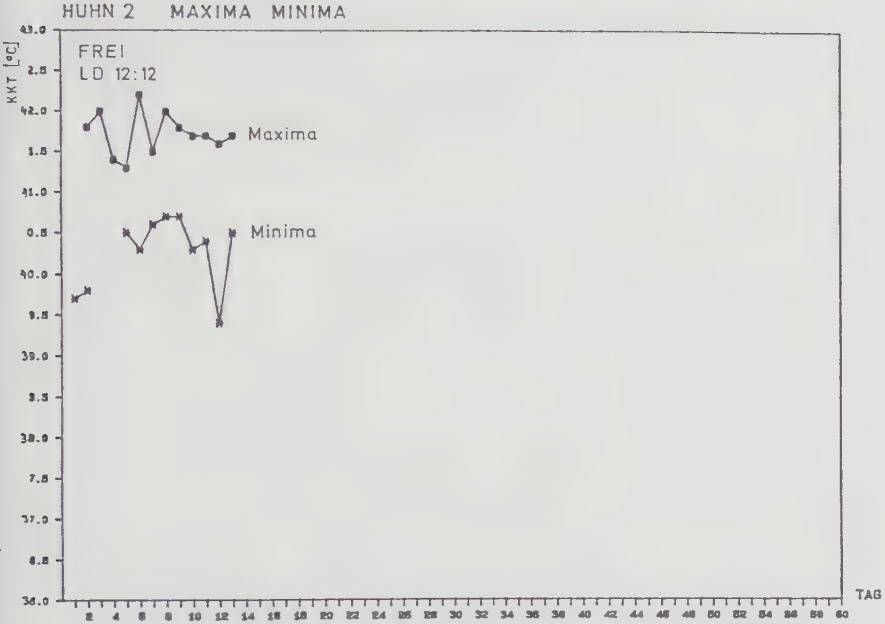

HUHN 2 MAXIMA MINIMA
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 32

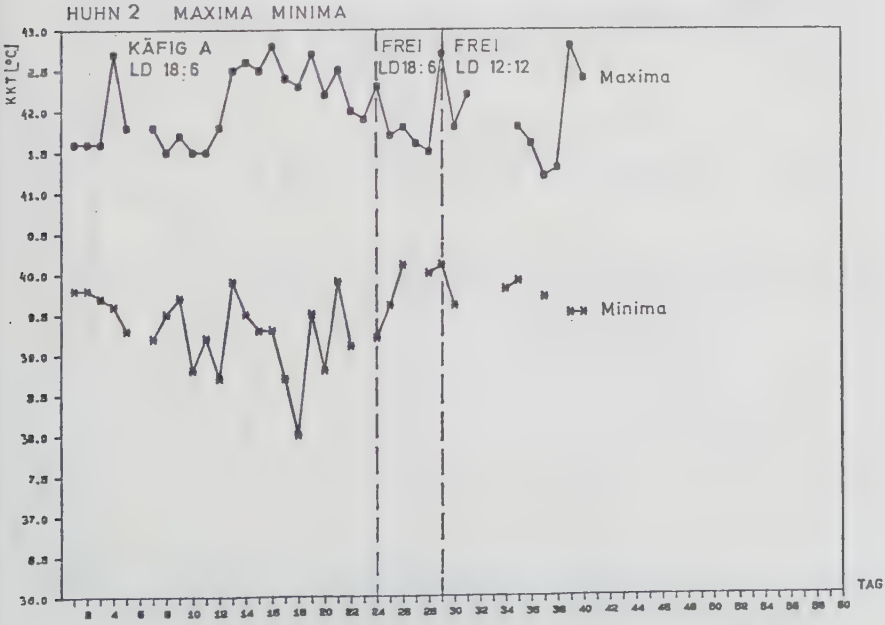

HUHN 2 MAXIMA MINIMA
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 33

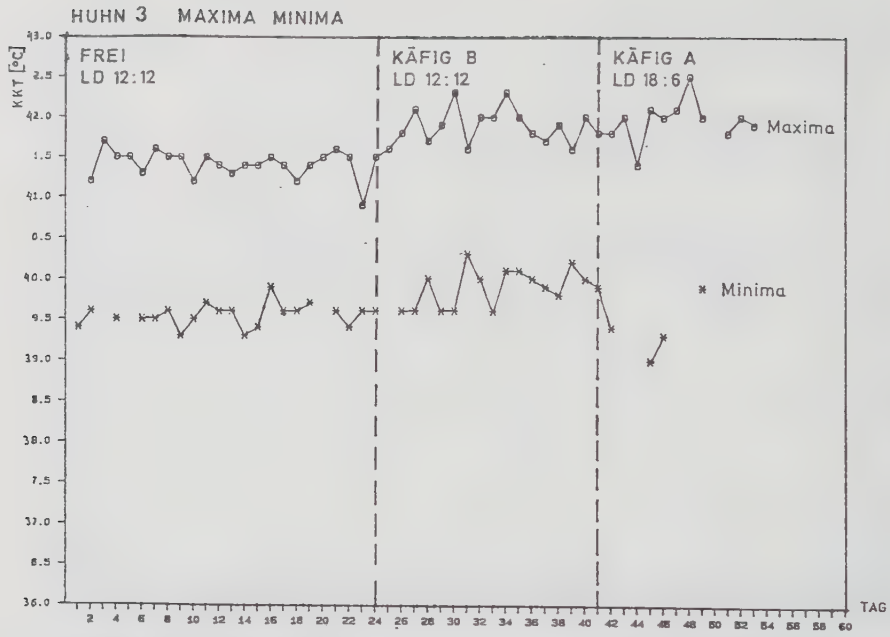

HUHN 3 MAXIMA MINIMA
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 34

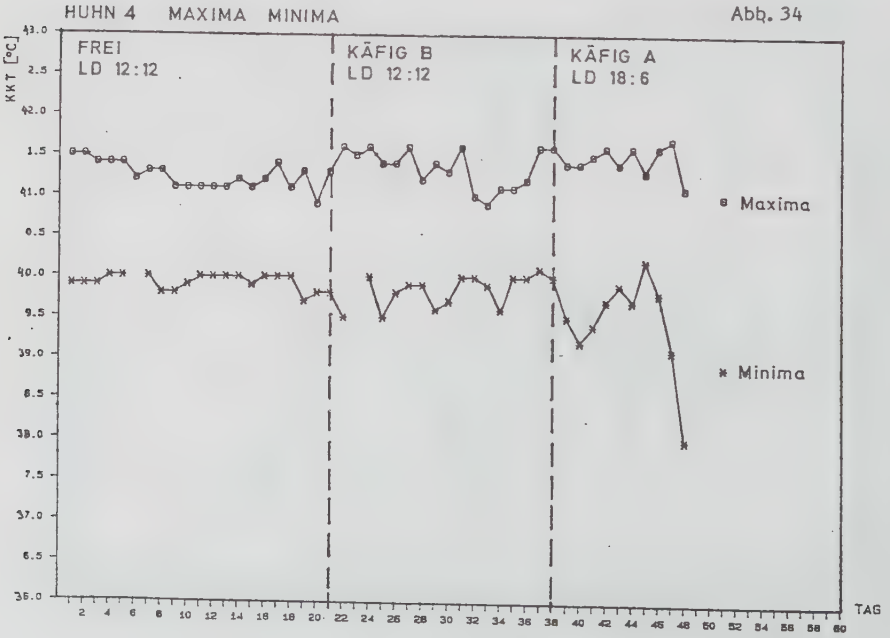

HUHN 4 MAXIMA MINIMA
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 35

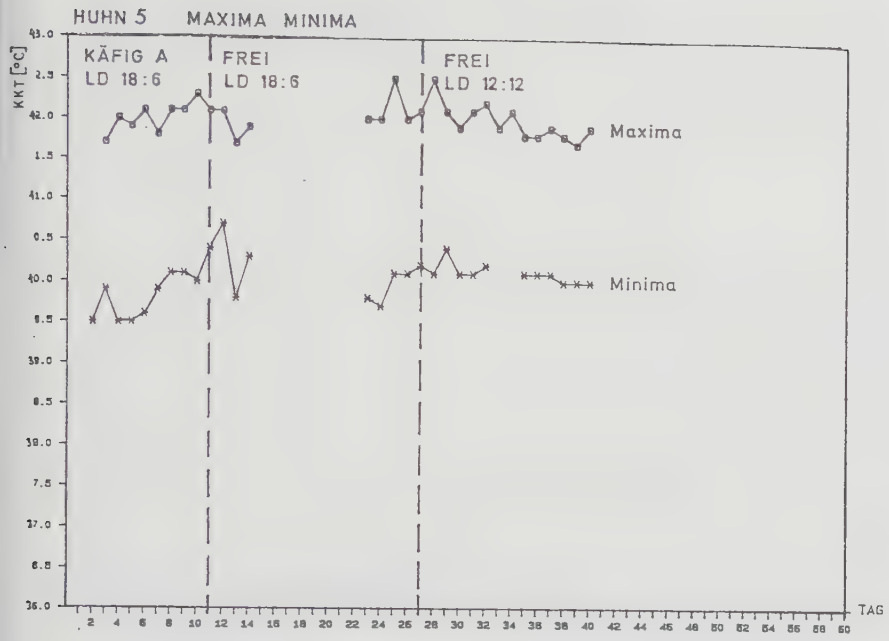

HUHN 5 MAXIMA MINIMA
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Maxima
Minima
KKT [°C]
TAG

Abb. 36

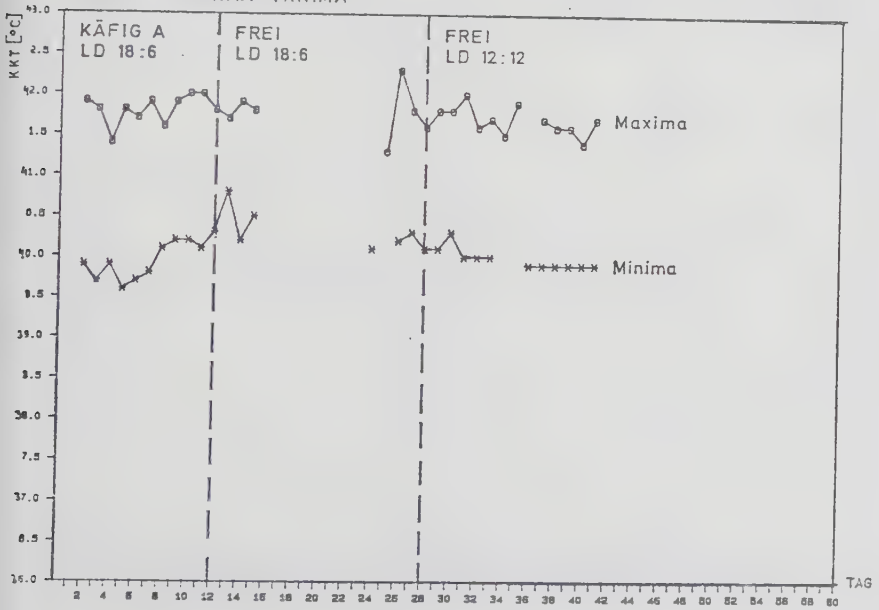

HUHN 6 MAXIMA MINIMA
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Maxima
Minima
KKT [°C]
TAG

Abb. 37

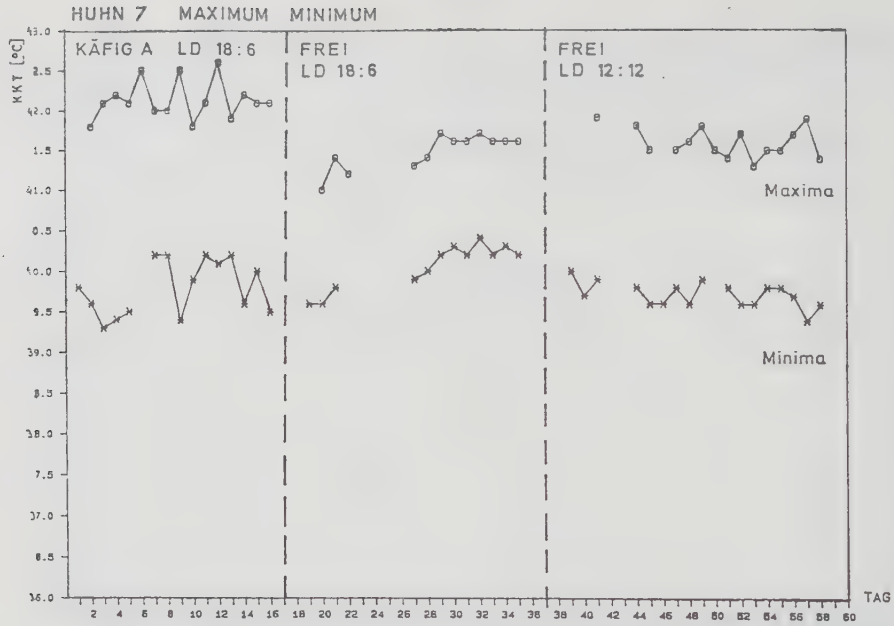

HUHN 7 MAXIMUM MINIMUM
KÄFIG A LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 38

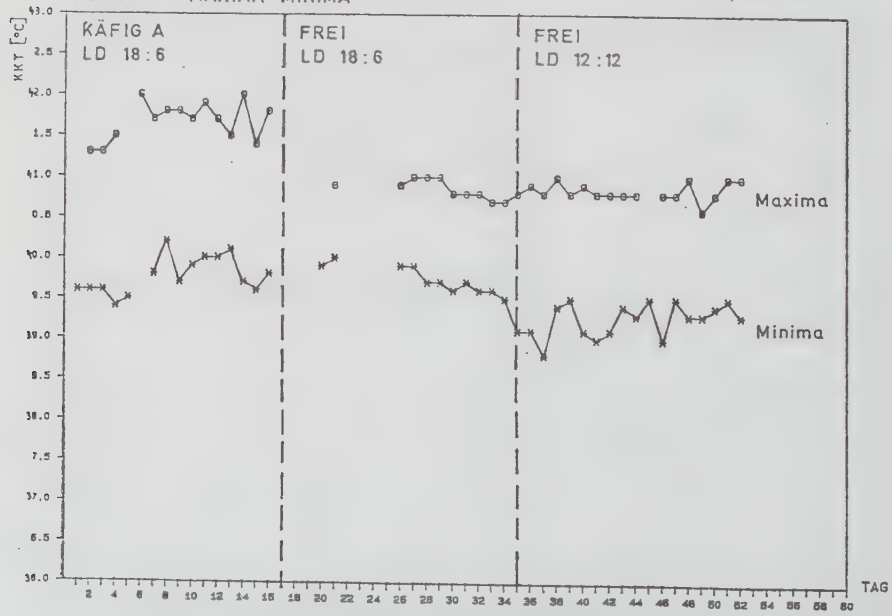

HUHN 8 MAXIMA MINIMA
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
KKT [°C]
Maxima
Minima
TAG

Abb. 39

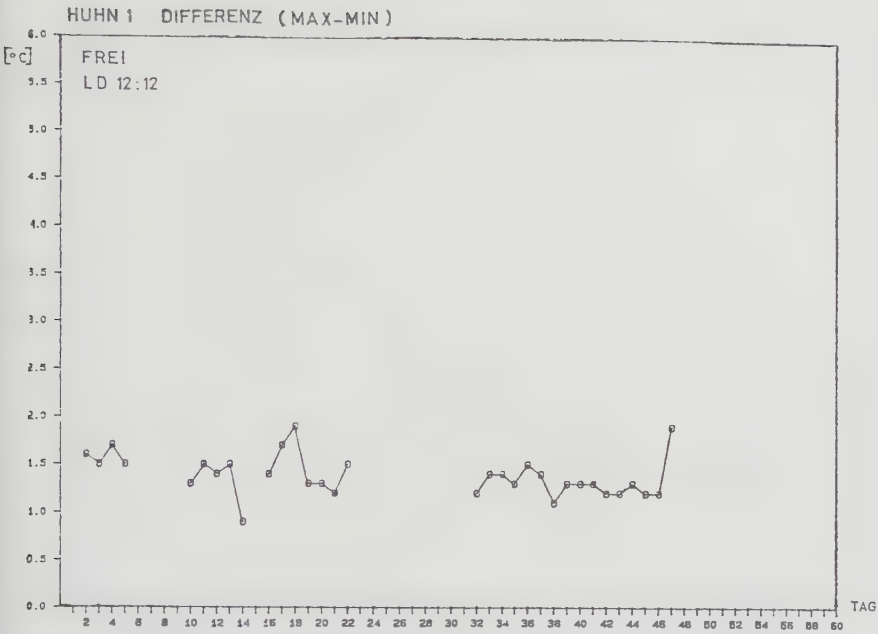

HUHN 1 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 40

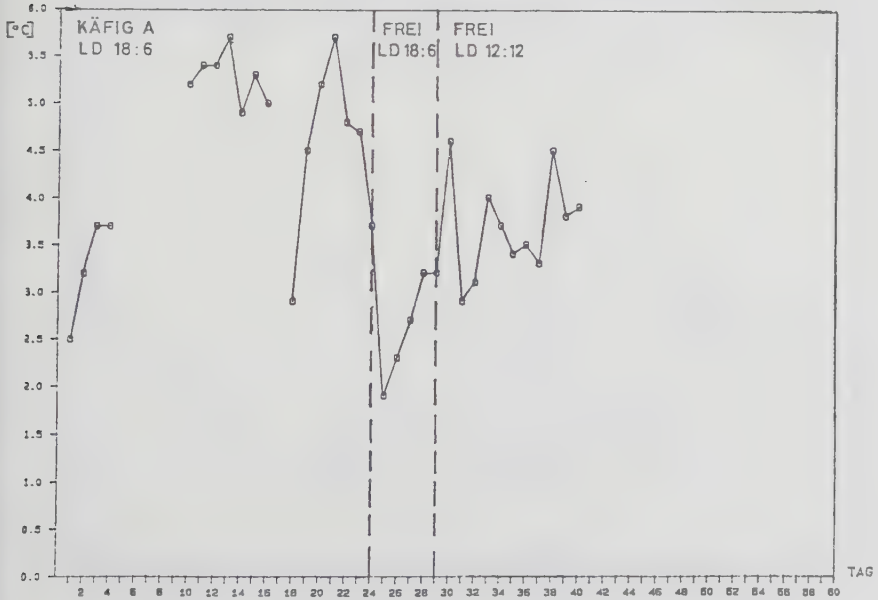

HUHN 1 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 41

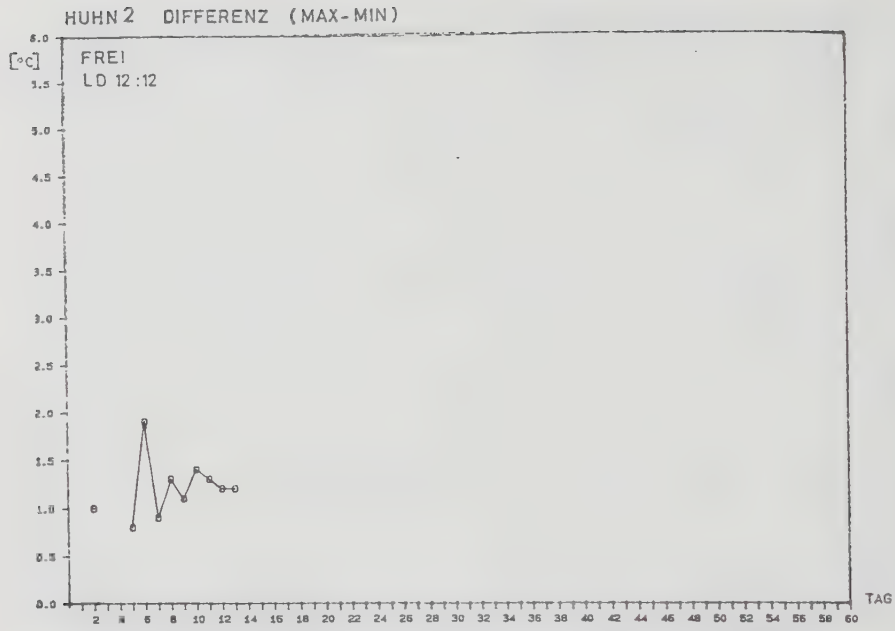

HUHN 2 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 42

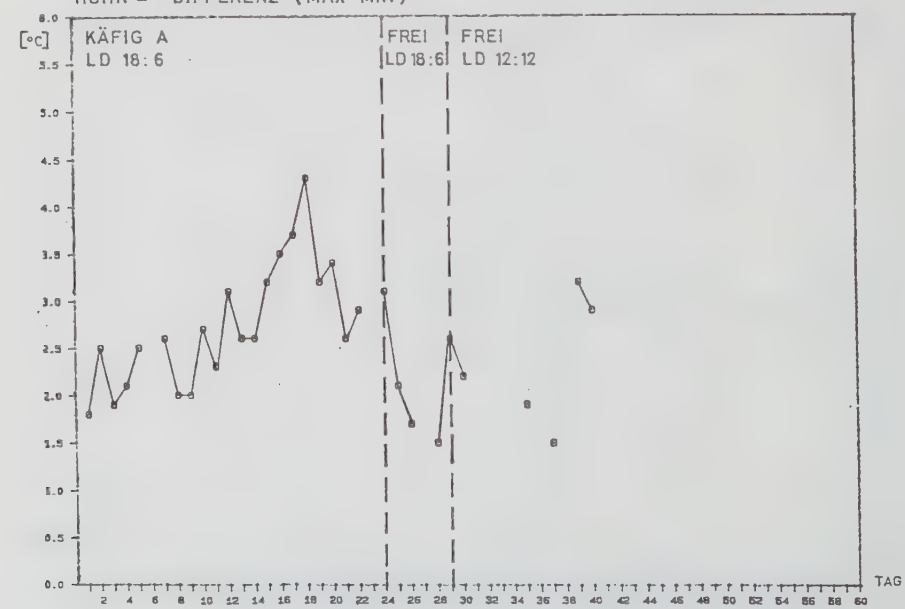

HUHN 2 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 43

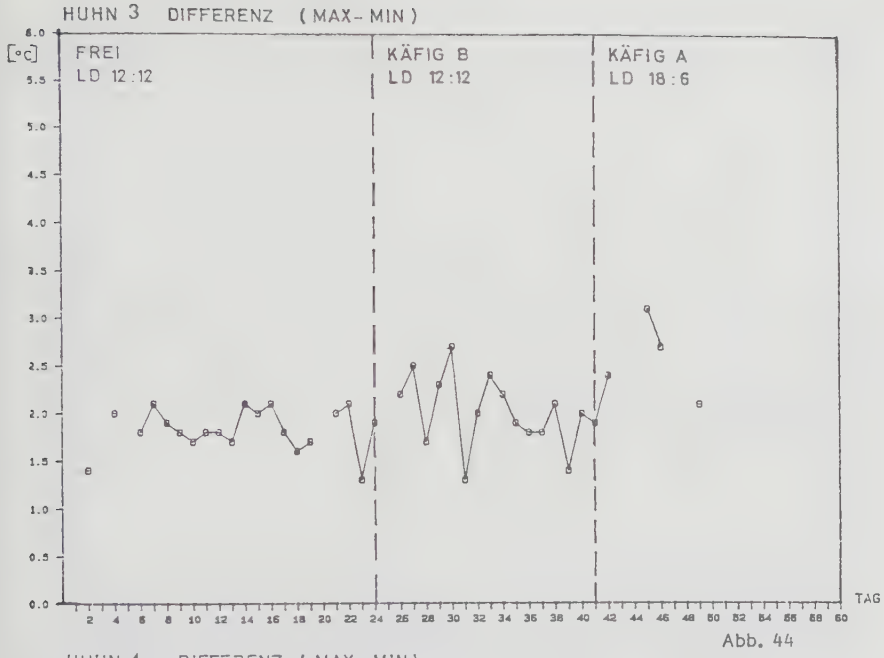

HUHN 3 DIFFERENZ (MAX- MIN)
[°C]
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
TAG

Abb. 44

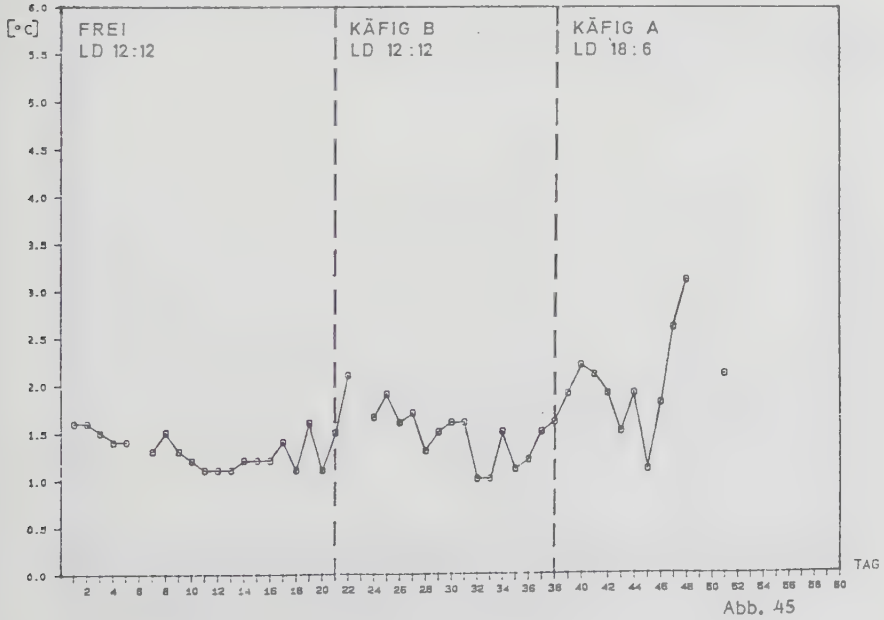

HUHN 4 DIFFERENZ (MAX- MIN)
[°C]
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
TAG

Abb. 45

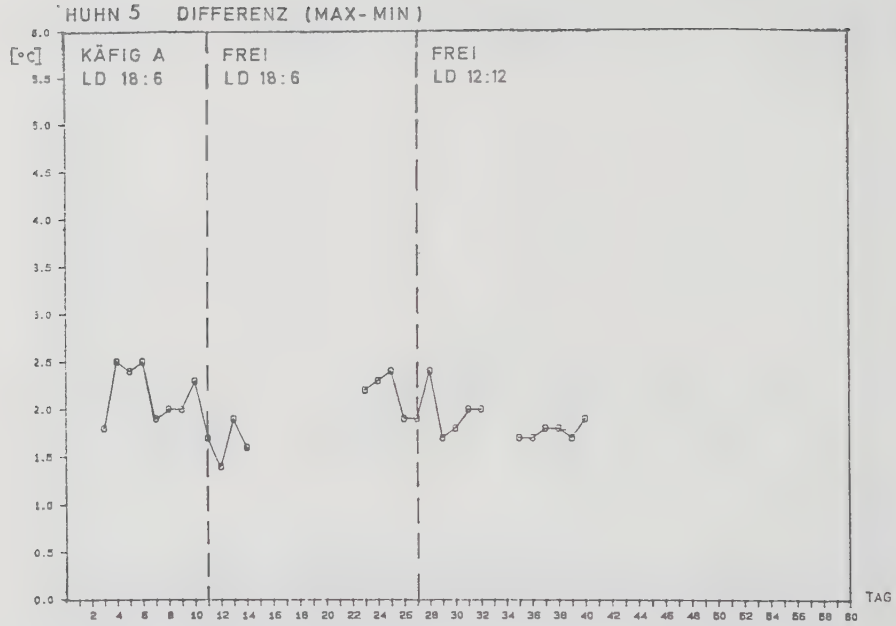

HUHN 5 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 46

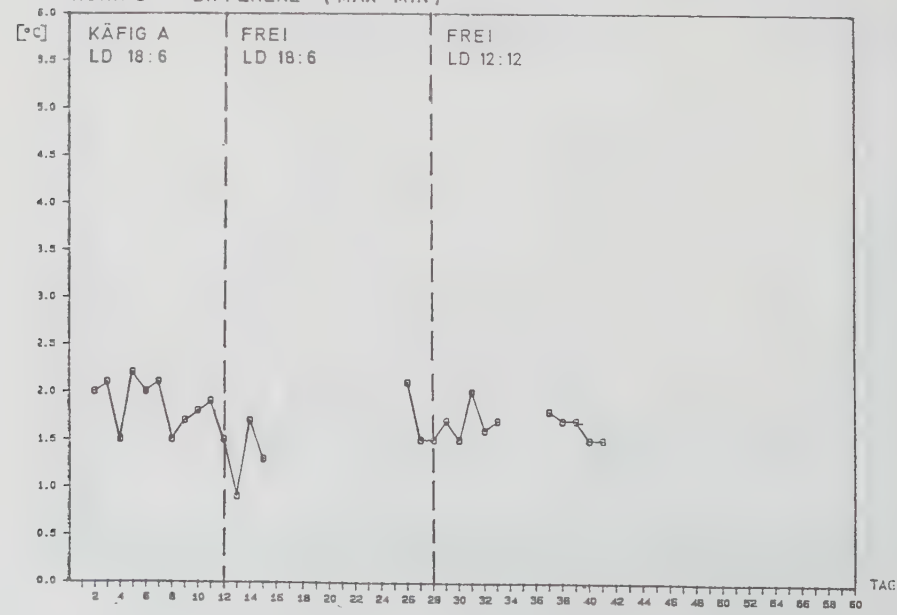

HUHN 6 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 47

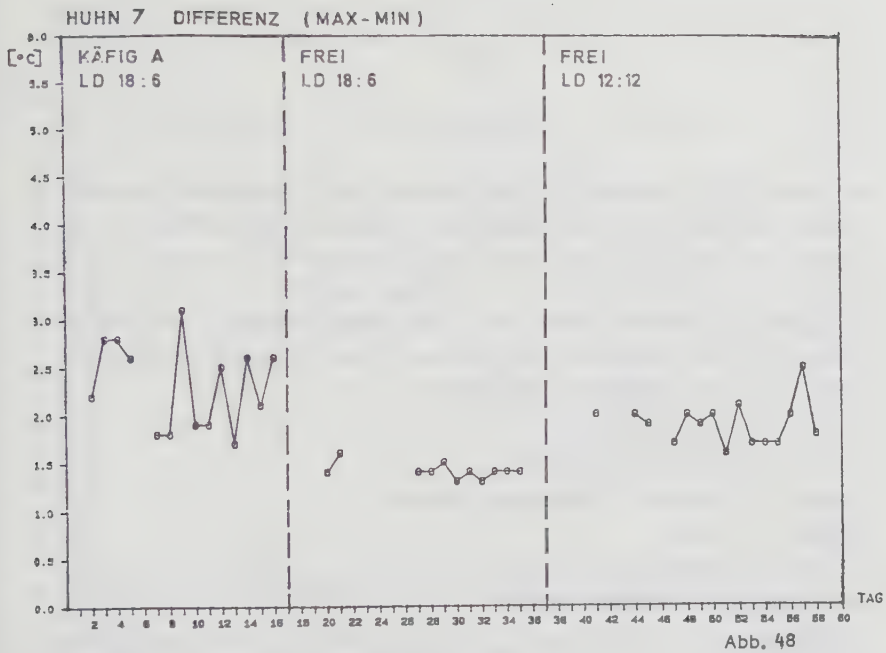

HUHN 7 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 48

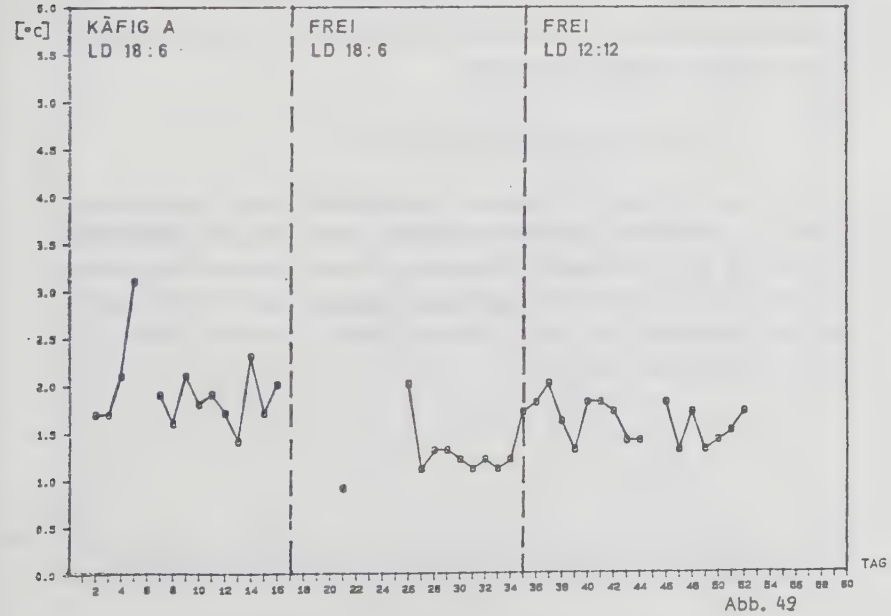

HUHN 8 DIFFERENZ (MAX-MIN)
[°C]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
TAG

Abb. 49

3.3.5 Zeitliche Lage der Temperaturminima und -maxima (Abb. 50-59)

Bei Betrachtung der zeitlichen Lage der Minima und Maxima der Körperkerntemperatur fällt auf, daß die bei LD 12:12 gehaltenen Hühner ihre Temperaturmaxima in den meisten Fällen zwischen 10 und 16 Uhr und ihre Temperaturminima zwischen 21 und 3 Uhr haben. Dies gilt sowohl für die im Freilauf als auch für die unter Käfig B-Bedingungen gehaltenen Hühner. Bei LD 18:6 gehaltenen Tieren verteilen sich die Zeitpunkte der Temperaturmaxima nahezu über die ganze Breite der Lichtphase und die der Minima über die Breite der Dunkelphase.

Legende zu den Abbildungen 50 bis 59:

Abszisse: Fortlaufend nummerierte Versuchstage.
Ordinate: Uhrzeit
□ = Uhrzeit des Temperaturmaximum
* = Uhrzeit des Temperaturminimum

Dargestellt ist für jeden Versuchstag die Uhrzeit des Minimums und des Maximums der Körperkerntemperatur.
Die Werte der einzelnen Untersuchungstage wurden wegen der besseren Darstellung der Kurventendenz miteinander verbunden.

3.3.6 Periodenlängen und Körperkerntemperatur

Um einen Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Periodenlängen und dem jeweiligen Temperaturniveau erkennen zu können, wurden nach Versuchsanordnung und nach Tag und Nacht getrennt die jeweiligen durchschnittlichen Periodenlängen den entsprechenden Temperaturniveaus gegenübergestellt und für die erhaltenen Werte die Regression berechnet. Zwischen beiden Parametern konnte kein Zusammenhang gesichert werden.

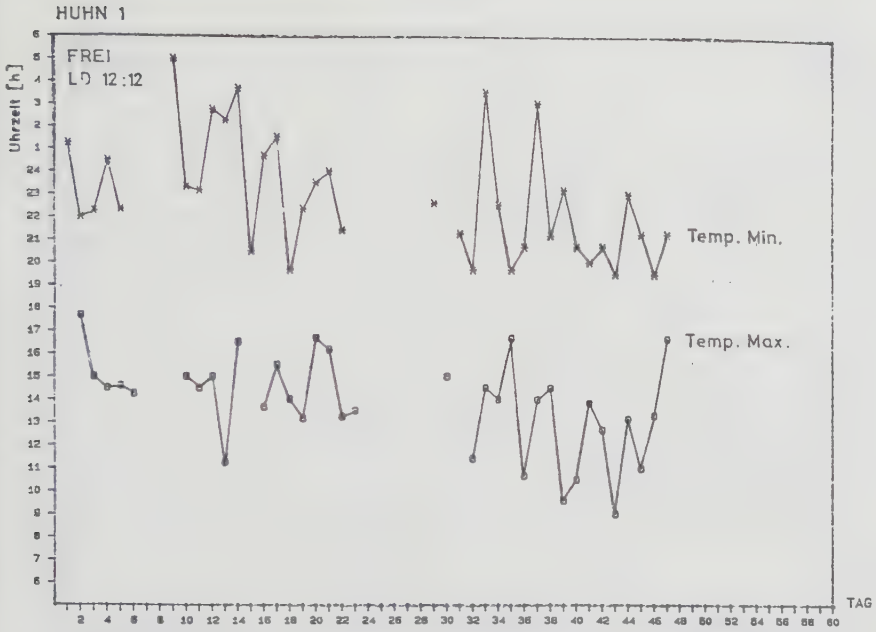

HUHN 1
FREI
LD 12:12
Uhrzeit [h]
Temp. Min.
Temp. Max.
TAG

Abb. 50

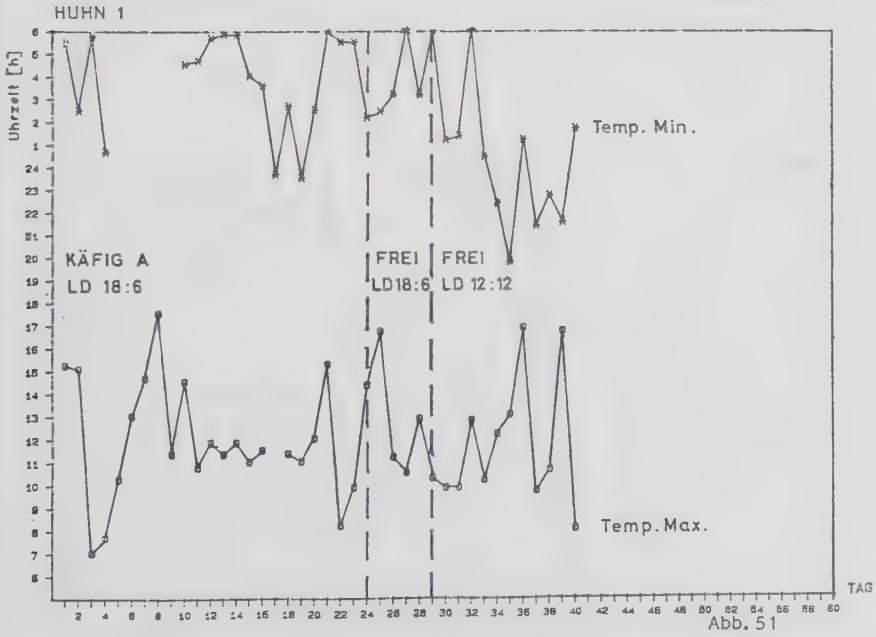

HUHN 1
Uhrzeit [h]
Temp. Min.
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD18:6
FREI
LD 12:12
Temp. Max.
TAG

Abb. 51

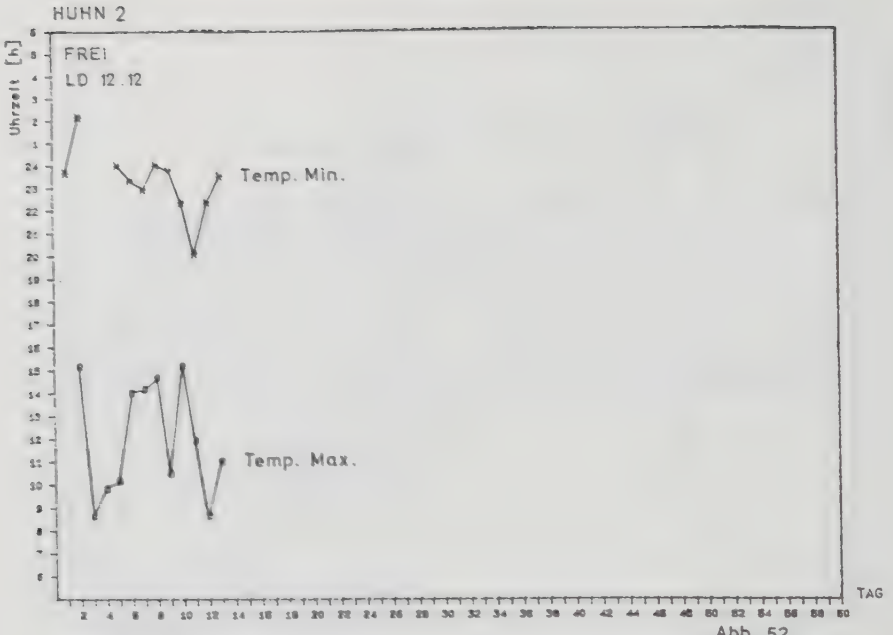

HUHN 2
FREI
LD 12.12
Temp. Min.
Temp. Max.
Uhrzeit [h]
TAG

Abb. 52

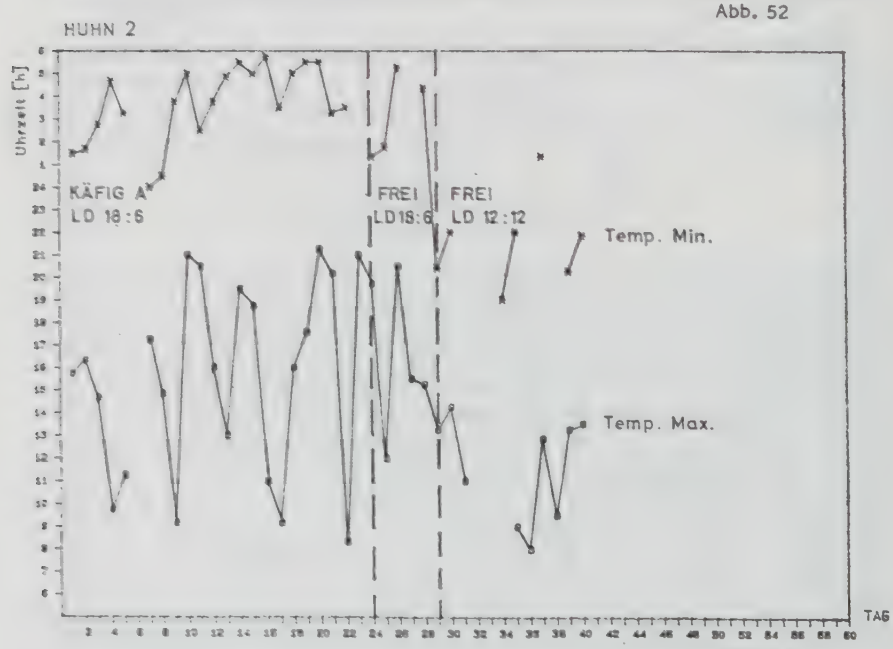

HUHN 2
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD18:6
FREI
LD 12:12
Temp. Min.
Temp. Max.
Uhrzeit [h]
TAG

Abb. 53

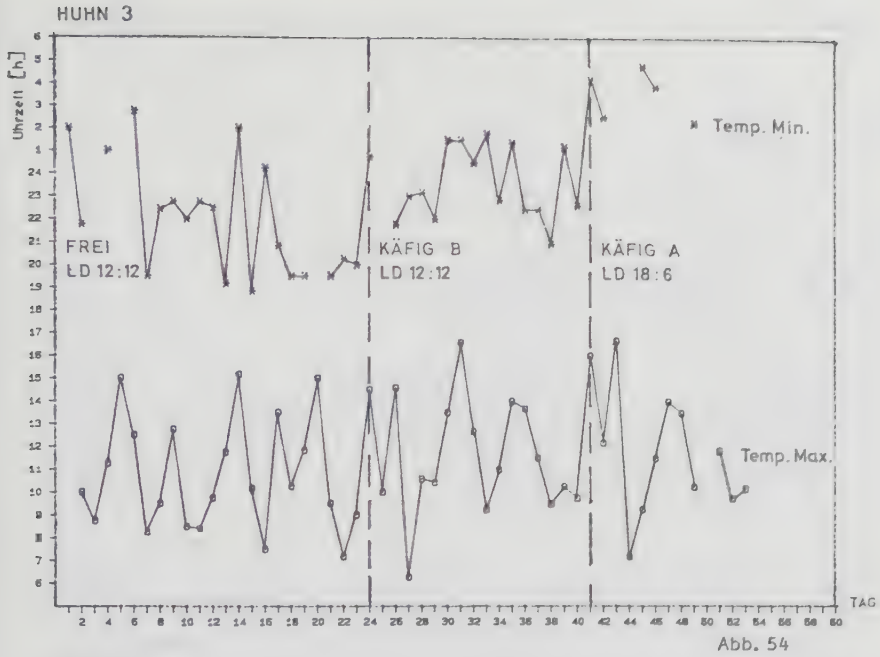

HUHN 3
Uhrzeit [h]
Temp. Min.
Temp. Max.
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
TAG

Abb. 54

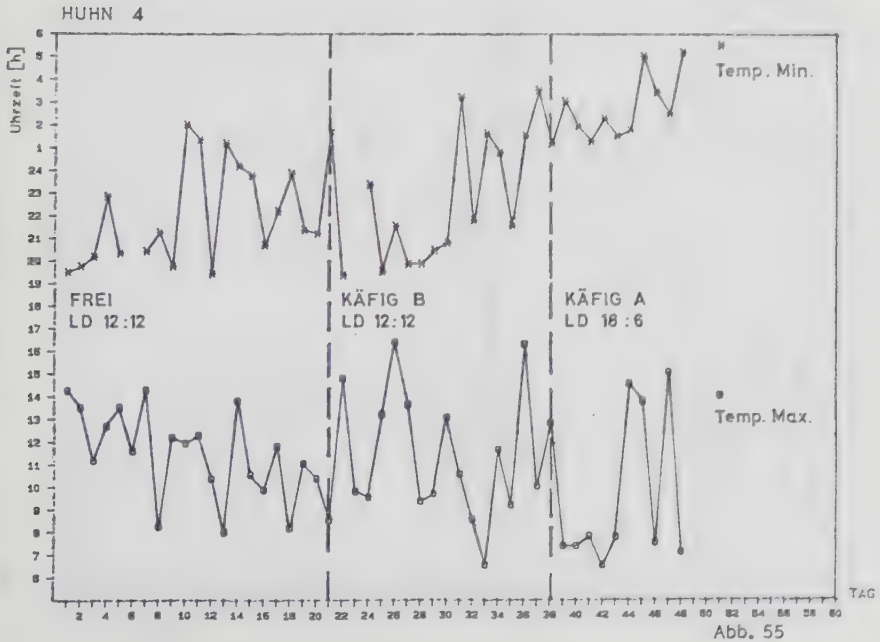

HUHN 4
Uhrzeit [h]
Temp. Min.
Temp. Max.
FREI
LD 12:12
KÄFIG B
LD 12:12
KÄFIG A
LD 18:6
TAG

Abb. 55

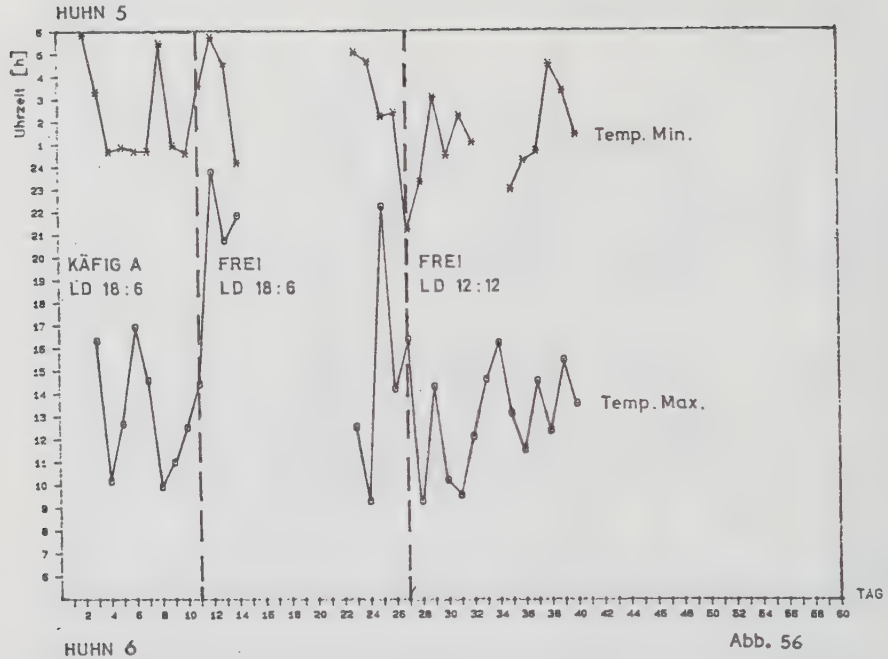

HUHN 5
Uhrzeit [h]
KÄFIG A
LD 18 : 6
FREI
LD 18 : 6
FREI
LD 12 : 12
Temp. Min.
Temp. Max.
TAG

Abb. 56

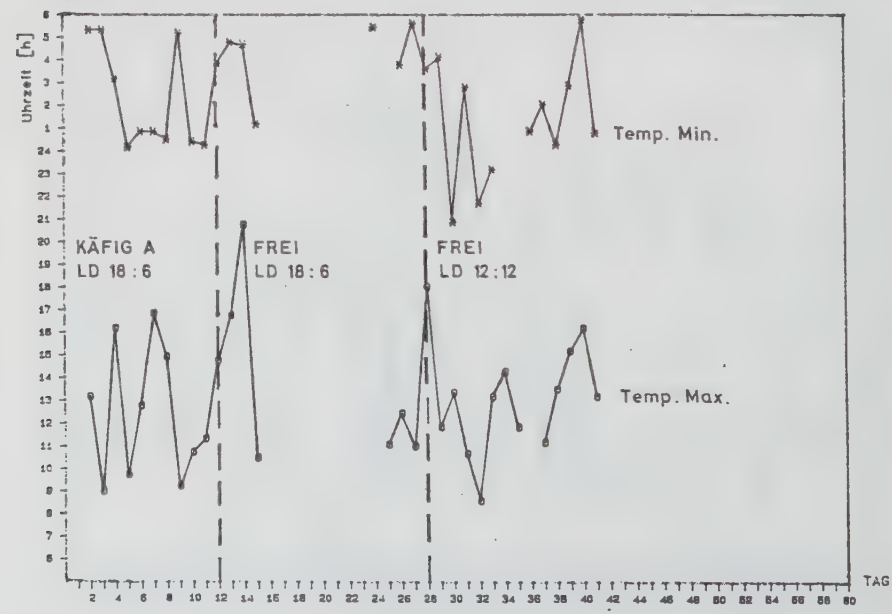

HUHN 6
Uhrzeit [h]
KÄFIG A
LD 18 : 6
FREI
LD 18 : 6
FREI
LD 12 : 12
Temp. Min.
Temp. Max.
TAG

Abb. 57

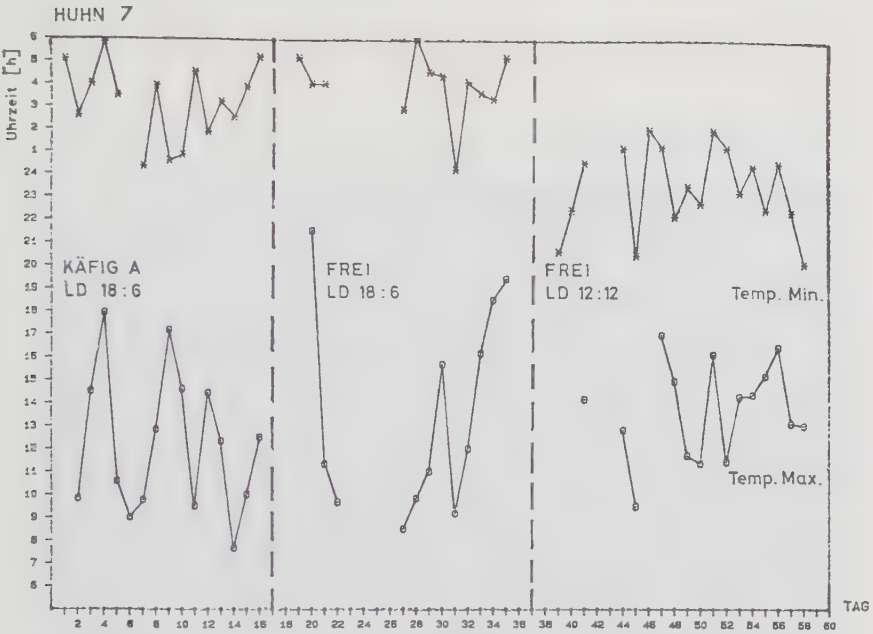

HUHN 7
Uhrzeit [h]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12:12
Temp. Min.
Temp. Max.
TAG

Abb. 58

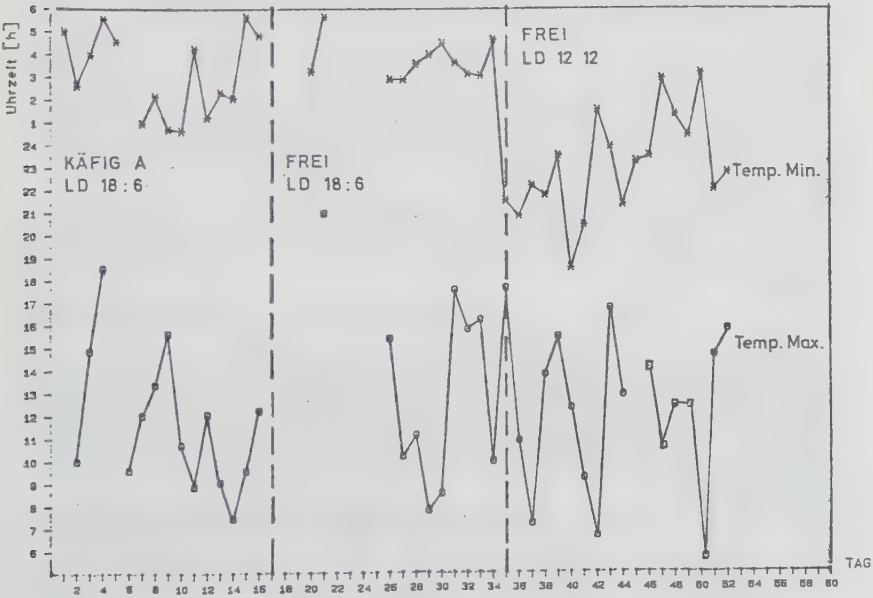

HUHN 8
Uhrzeit [h]
KÄFIG A
LD 18:6
FREI
LD 18:6
FREI
LD 12 12
Temp. Min.
Temp. Max.
TAG

Abb. 59

4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die telemetrisch fortlaufend aufgezeichnete Körperkerntemperatur gibt offenbar über die vom vegetativen Nervensystem vermittelte Rhythmik einen Einblick in das Stoffwechselgeschehen. Die Rhythmik der Körperkerntemperatur ändert sich deutlich mit den Haltungsbedingungen. Es ist demnach in Bezug auf das vegetative Nervensystem nicht gleichgültig, ob eine Legehenne im Freilauf oder im Käfig gehalten wird, wie es auch nicht gleichgültig ist, ob das Huhn bei einer LD 12:12 oder LD 18:6 gehalten wird. Eine ausgeprägte Rhythmik ist vorhanden, wenn die vegetativen Verstellungen eine ausreichende Anpassung an die Umweltbedingungen ermöglichen können. Legehennen in Freilaufhaltung bei einer LD von 12:12 stehen offensichtlich weitaus mehr mit ihrer Umwelt im Einklang als Käfighühner unter einem Lichtprogramm mit extrem kurzer Nacht. Die Ergebnisse zeigen für die unter 3.3.1 bis 3.3.5 angegebenen Kriterien bei den Legehennen in Käfighaltung und teilweise auch bei den unter LD 18:6 im Freilauf gehaltenen Tieren eine Störung der natürlichen Rhythmik der Körperkerntemperatur. Besonders augenfällig sieht man das bei den durchschnittlichen Periodenlängen der Körperkerntemperatur (3.3.1) und bei der Darstellung der relativen Häufigkeiten der Periodenlängen (3.3.2). Bei Käfighühnern präsentieren sich die Werte der Nacht-Rhythmen wie die der Tag-Rhythmen, und der im Freilauf sonst typische Unterschied verschwindet völlig. Die Käfighühner zeigen hinsichtlich der Periodenlängenrhythmik der Körperkerntemperatur zwischen Tag und Nacht keinen oder nur einen geringgradigen Unterschied, d.h. daß die vegetative Umsteuerung von Tag zu Nacht nicht mehr stattfindet.

Was für die Untersuchung der Körperkerntemperatur unter 3.3.1 und 3.3.2 gesagt wurde, gilt entsprechend auch für die unter 3.3.3, 3.3.4 und 3.3.5 untersuchten Kriterien.

Es ist demnach so, daß bei Legehennen in Käfighaltung und unter dem Einfluß langer Lichtphasen die unterschiedliche Rhythmik der Körperkerntemperatur teilweise oder ganz verlorengeht. Was aber ist mit dem Befinden solcher Hühner, deren gestörtes Vegetativum die natürliche Rhythmik nicht mehr vermitteln kann? Man kann nicht annehmen, daß sich diese Tiere noch "wohl" befinden, wenn die Rhythmik natürlicher Abläufe gestört ist.

Was Wohlbefinden ist, wird durch das Tierschutzgesetz als Gewährleistung der im § 2 Abs. 1 Nr. 1 u. 2 gestellten Forderungen definiert. Eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens ist dementsprechend die Nichterfüllung dieser Forderungen. Eine

Forderung des § 2 Abs. 1 Nr. 1 besagt, daß dem Tier eine verhaltensgerechte Unterbringung zu gewähren ist. Für Legehennen, deren endogene Rhythmik aufgrund der Haltungsbedingungen gestört ist, kann eine Gewährleistung dieser Forderung, läßt man den gesundheitlichen Aspekt außer Acht, wohl verneint werden.
Eine weitere Forderung im § 2 Abs. 1 Nr. 2 besagt, daß das artgemäße Bewegungsbedürfnis eines Tieres nicht dauernd und nicht so eingeschränkt werden darf, daß dem Tier vermeidbare Schmerzen, Leiden oder Schäden zugefügt werden. Was unter Leiden zu verstehen ist, wird in der amtlichen Gesetzesbegründung zum Tierschutzgesetz (ENNULAT u. ZOEBE, 1972) folgendermaßen definiert: "Man muß davon ausgehen, daß das Wohlbefinden des Tieres im wesentlichen auf einem ungestörten artgemäßen sowie verhaltensgerechten Ablauf der Lebensvorgänge beruht. Schmerz und Leiden sind danach Reaktionen des Tieres auf Einwirkungen jeder Art, die zu nachhaltiger Beeinträchtigung des Wohlbefindens oder zusätzlichen Abwehrreaktionen von seiten des Tieres führen." Aus diesen Erläuterungen muß die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die gestörte Rhythmik der Körperkerntemperatur eine Störung von Lebensvorgängen darstellt und Legehennen unter Käfighaltungsbedingungen oder bei extremen Lichtprogrammen also Leid erfahren.

Ich gehe davon aus, daß sich in der vegetativen Rhythmik, hier der der Körperkerntemperatur, gewissermaßen das Wohlbefinden widerspiegelt und daß sich deshalb die Legehennen unter den Bedingungen der Käfighaltung und bei extremen Lichtprogrammen nicht "wohl" befinden. Meines Erachtens sind damit solche Haltungsformen mit den in § 2 Abs. 1 Nr. 1 u. 2 geforderten Bedingungen, betreffend der verhaltensgerechten Unterbringung und der Zufügung von Leid, nicht in Einklang zu bringen.

Die Untersuchungen selbst stellen eine Grundlagenstudie dar, die eine Methode aufzeigt, anhand eines physiologischen Parameters die Frage nach dem Wohlbefinden eines Tieres zu beantworten. Um eine endgültige statistische Sicherheit zu erreichen, sollten die gewonnenen Erkenntnisse durch einen entsprechend auf diesen Grundlagen aufbauenden Großversuch erweitert werden.

Die technischen Möglichkeiten (Zweikanalsystem) ließen nur eine Paralleluntersuchung von jeweils zwei Hühnern zur gleichen Zeit zu. In einem nicht zu langen Versuchszeitraum konnten daher nur acht Hühner untersucht werden. Da die Hühner drei unterschiedlichen Rassen entstammen, sind die Ergebnisse dennoch von vergleichsweise deutlicher Aussagekraft, da sich sehr ähnliche Werte ergeben haben.

Hinsichtlich der Beeinflussung der Körperkerntemperatur durch Eiablage, Ovulation und Bewegungsmotorik ist folgendes zu bemerken:
Der Zeitpunkt der Eiablage wurde bei allen Hühner stichprobenweise auf der Schreibung markiert, um typische Änderungen der Körperkerntemperatur aufzufinden. Es zeigten sich regelmäßig bei der Eiablage und der unmittelbar darauf folgenden Ovulation kurze Temperaturerhöhungen von 0,2 - 0,3°C. Ähnliche Werte erhielt auch WINGET et al. (1965). Diese gehen jedoch statistisch gesehen in der Fülle der gesamten pro Tag auftretenden Temperaturschwankungsperioden unter.
Um den Einfluß der Bewegungsmotorik auf die Körperkerntemperatur zu ermitteln, wurden bei zwei der untersuchten Hühner während der Freilaufhaltung automatische Filmaufnahmen gemacht. Die Auswertung dieser Aufnahmen gestattet nicht, dem motorischen Verhalten dieser Tiere bestimmte Verläufe der Körperkerntemperaturkurven zuzuordnen. Vergleichbare Ergebnisse bei Hühnern erhielten hierzu auch CAIN u. WILSON (1971). Darüber hinaus wurde auch die Beobachtung gemacht, daß Hühner im Freilauf zur Zeit der nächtlichen Ruhephase, während der sie unbeweglich auf den Stangen sitzen, dennoch erhebliche Schwankungen der Körperkerntemperatur zeigen können.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Um den Einfluß von Haltungsbedingungen auf das vegetative Anpassungsvermögen von Legehennen zu klären, wurde bei acht Hühnern unterschiedlicher Rasse mittels chronisch implantierter Endoradiosonden telemetrisch fortlaufend die Körperkerntemperatur gemessen und aufgezeichnet. Es wurde von folgender Hypothese ausgegangen:

Die Körperkerntemperatur spiegelt die endogene Rhythmik der vom Vegetativum gesteuerten Stoffwechselvorgänge wieder und läßt damit objektiv den Grad der Harmonie ermessen, in der ein Organismus mit seiner Umgebung lebt.

Bei den Legehennen wurde die Rhythmik der Körperkerntemperatur in Freilaufhaltung und in zwei unterschiedlichen Käfighaltungssystemen bei zwei verschiedenen Lichtprogrammen ermittelt. Die Auswertung der aufgezeichneten Temperaturkurven geschah wie folgt:

1. Alle am Tage bzw. in der Nacht auftretenden periodischen Schwankungen, die kürzer als 24 Stunden waren, wurden ausgemessen.
2. Die gemittelten Periodenlängen wurden zu Periodenlängenklassen zusammengefaßt und auf ihre Häufigkeitsverteilung hin untersucht.
3. Die circadianen Rhythmen der Körperkerntemperatur wurden anhand der Tag-Nacht-Niveaus der Körperkerntemperatur ermittelt.
4. Die punktuellen Maxima und Minima der Körperkerntemperatur und deren Differenzen wurden festgestellt.
5. Die zeitliche Lage dieser Maxima und Minima der Körperkerntemperatur wurde festgestellt.

Die freilaufenden Hühner unterschieden sich von den gekäfigten vor allem in den mittleren Periodenlängen der rhythmischen Schwankungen der Körperkerntemperatur. Freilaufende Hühner mit einem Hell-Dunkel-Verhältnis von 12:12 hatten nachts erheblich längere Perioden. Gekäfigte Tiere zeigten nachts keine anderen Rhythmen als am Tage. Extreme Lichtverhältnisse (LD 18:6) hatten einen ähnlichen Effekt bzw. verstärkten die Käfigwirkung. Wechsel von Käfig- zur Freilauf-Haltung und umgekehrt zeigten, daß der Übergang zu langen bzw. kurzen Nachtrhythmen mehrere Tage in Anspruch nimmt. Diese Verhältnisse konnten bei allen acht Hühnern nachgewiesen werden.

Läßt man den gesundheitlichen Aspekt bei der Käfighaltung außer Betracht, so ist aus den Ergebnissen der Schluß zu ziehen, daß die derzeitige Käfighaltung besonders mit extrem kurzen Dunkelperioden mit dem § 2 Abs. 1 Nr. 1 u. 2 des Deutschen Tierschutzgesetzes nicht in Einklang zu bringen ist.

6 SUMMARY

To study the influence of the housing-systems on the vegetative adaptability of laying-hens the deep body temperature of eight laying-hens of different breeds were continously measured and recorded by means of a telemetry system. The author's hypothesis was as follows:

The deep body temperature shows the endogenic rhythm of the metabolic processes controlled by the vegetative nervous system. This parameter allows objectively to find the degree of harmony in which an organism is living with its environment.

In the laying-hens the rhythms of the deep body temperature were analyzed under traditional housing conditions and under two different systems of cage-housing with two different light regimens. The evaluation of the recorded dates was done as follows:

1. All occurring periodical oscillations, shorter than 24 hours, were measured.
2. The mean values of the periods were summarized in classes of periods and their abundation ratios were examined.
3. The circadian rhythms of the deep body temperature were figured out by the day-night level of the deep body temperature.
4. The maximal and the minimal values of the deep body temperature and their differences were determined.
5. The maxima and minima of the deep body temperature's time pattern were determined.

The traditional housed laying-hens differed from the caged ones particularly in their mean values of the deep body temperature's oscillation periods. Hens traditionally housed by LD 12:12 showed considerably longer periods in the dark phase. Laying-hens housed in cages showed the same fast rhythms in the dark phase as in the light phase. Extreme light regimens (LD 18:6) caused a similar effect or even intensified the cage-effect. A change from cage to the traditional housing-system and vice versa needs a transition period of several days to reach the long respectively the short dark phase periods. These conditions had been pointed out in all eight laying-hens.

The results allow the conclusion that laying-hens housed under cage-conditions and particularly under an LD regimen with extremely short dark periods infringe § 2, 1 No. 1 and 2 of the German Tierschutzgesetz (animal protection law) because the housing conditions are not adequate to the animals behaviour and pains are caused.

7 LITERATUR

Abschlußbericht:
Qualitative und quantitative Untersuchungen zum Verhalten, zur Leistung und zum physiologisch-anatomischen Status von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen (Auslauf-, Boden- und Käfighaltung).
Bundesanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (1982)

ASCHOFF, J., KLOTTER, K., WEVER, R.:
Circadian Vocabulary.
In: Circadian Clocks, S. X - XIX
Hrsg.: J. Aschoff
North-Holland Publishing Company - Amsterdam (1965)

BRANTAS, G.C., CORSTIAENSEN, C.J.:
Raumstrukturbezug bei Hühnern in Mehrstockkäfigen.
In: Aktuelle Fragen zur artgerechten Nutztierhaltung
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
KTBL-Schrift 223: 91-98 (1977)

BRANTAS, G.C.:
Zum Verhalten von Legehennen in verschiedenen Haltungssystemen und Käfigformen
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion (DGS), Stuttgart
DGS 33: 821-825 (1978)

BRANTAS, G.C., VOS-REESINK, K. de, WENNRICH, G.:
Ethologische Betrachtungen bei Legehühnern in Mehrstockkäfigen
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion (DGS), Stuttgart
DGS 33: 821-825 (1978)

BÜNNING, E.:
Die rhythmische Struktur der Lebensvorgänge. In: Rhythmische Funktionen in Biologischen Systemen I. Teil, S. 16-24
Hrsg.: Lassmann, G., F. Seitelberger (1977)

BÜTTNER, D., PLONAIT, H.:
Langfristige Messungen der maximalen, mittleren und Ruheherzfrequenz an Laborratten mittels implantierbarer Telemetriesender.
Zbl. Vet. Med., 27 A: 269-278 (1980)

BURCKHARDT, CH., FÖLSCH, D.W., SCHEIFELE, U.:
Das Gefieder des Huhnes: Abbild des Tieres und seiner Haltung.
Tierhaltung, Birkhäuser Verlag Basel (1979)

CAIN, J.R., WILSON, W.O.:
Multichannnel telemetry system for measuring the body temperature: Circadian rhythms of body temperature, locomotor activity and oviposition in chickens.
Poultry Sci. 50: 1437-1443 (1971)

CAIN, J.R., WILSON, W.O.:
The influence of specific environmental parameters on the circadian rhythms of chickens.
Poultry Sci. 53: 1438-1447 (1974)

DISSMAN, E.:
Zur Frage von Eigenrhythmus und Grundrhythmus in den Tagesschwankungen der Vitalkapazität.
Acta Med. Scand. 137: 441-451 (1950)

ENNULAT, K.J., ZOEBE, G.:
Das Tier im neuen Recht mit Kommentar zum Tierschutzgesetz. S. 44 II § 2,6
Verlag W. Kohlhammer Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz (1972)

ESSLER, W.O., FOLK, G.E.:
The determination of 24-hour physiological rhythms of unrestrained animals by radiotelemetry.
Nature 190: 90-91 (1961)

FERGUSON, D.J., VISSCHER, M.B., HALBERG, F., LEVY, L.M.:
Effects of hypophysectomy on daily temperature variation in C_3H mice.
Am. J. Physiol. 190: 235-238 (1957)

FÖLSCH, D.W.:
Unterschiedliches Legeverhalten von unter verschiedenen Bedingungen gehaltenen Hennen.
Kongreßber. 28. Jahrestagung der Europ. Vereinigung für Tierzucht, Brüssel (1977)

FÖLSCH, D.W., HUBER, F.:
Bewegungsaktivität und Lautäußerungen im Tagesrhythmus bei Hühnern. In: Aktuelle Fragen zur artgerechten Nutztierhaltung.
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
KTBL-Schrift 223: 99-114 (1977)

FÖLSCH, D.W., NIEDERER, CHR.:
Das Bewegungs- und Ausruheverhalten von Hühnern in verschiedenen Haltungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtmethode. In: Aktuelle Fragen zur artgerechten Nutztierhaltung.
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
KTBL-Schrift 233: 70-92 (1978)

FÖLSCH, D.W. (Hrsg.):
The ethology and ethics of farm animal production.
EAAP-Publication No. 24, Birkhäuser Verlag, Basel (1978)

FULKERSON, W.J., TANG, B.Y.:
Ultradian and circadian rhythms in the plasma concentration of cortisol in sheep.
J. Endocr. 81: 135-141 (1979)

GEORGIEV, J., GEORGIEVA, R.:
Ein Beitrag zur Rolle der Telemetrie in der Physiologie von Mensch und Tier.
In: Tierlaboratorium 7: 116-122, Hrsg.: Zentrale Tierlaboratorien der Freien Universität Berlin (1980/81)

GYLSTORFF, J.:
Untersuchungen von Blutbestandteilen bei Legehennen in unterschiedlichen Haltungsformen.
Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion DGS, Stuttgart
DGS 33: 825-829 (1978)

HALBERG, F., HALBERG, E., BARNUM, C.P., BITTNER, J.J.:
Physiologic 24-hour periodicity in human beings and mice, the lighting regimen and daily routine. In: Photoperiodism and Related Phenomena in Plants and Animals.
A.A.A.S. Publ. No. 55: 803-878 (1959)

HALBERG, F.:
Temporal coordination of physiological function.
Cold Spring Harbor Symp.
Symp. Quant. Biol. 25: 289-310 (1960)

HALBERG, F.:
The time structure of organisms with special reference to the role played by the eye.
Ann. New York Acad. Sci. 117: 1-2 (1964)

HEIDE, A. von der:
Beobachtungen über das Auftreten kurzer Wellen im Tagesablauf der Körpertemperatur bei Kranken und bei Rekonvaleszenten.
Diss. med. Hamburg (1960)

HELLMAN, L., FUJINORI, N., CURTI, J., WEITZMAN, E.D., KREAM, J., ROFFWARG, H., ELLMAN, S., FUKISHIMA, D.K., GALLAGHER, T.F.:
Cortisol is secreted episodically by normal man.
J. Clin. Endocrinol. Metab. 30: 411-422 (1970)

HILDEBRANDT, G.:
Rhythmusforschung und Balneologie.
Arch. Physik. Ther. 5: 241-246 (1953)

HILDEBRANDT, G.:
Rhythmus und Regulation.
Med. Welt 2: 73-78 (1961)

HILDEBRANDT, G., GEHLKEN, K.:
Aktuelle Probleme der Balneologie.
Ärztl. Forsch. 15: 76-84 (1961)

HOLADAY, J.W., MYERHOFF, J.L., NATELSON, B.H.:
Cortisol secretion and clearence in the Rhesus monkey.
Endocrinology 100: 1178-1185 (1977)

HUDSON, S., MULLARD, M., WHITTELSTONE, W.G., PAYNE, E.:
Diurnal variations in blood cortisol in the dairy cow.
J. Dairy Sci. 58: 30-33 (1975)

KADANO, H., BESCH, E.L.:
Telemetry Measured Body Temperature of Domestic Fowl at various ambient temperatures.
Poultry Sci. 57: 1075-1080 (1978)

KALMUS, H.:
Periodizität und Autochronie (= Ideochronie) als zeitregelnde Eigenschaften der Organismen.
Biol. gen. 11: 93-114 (1935)

KALMUS, H.:
Tagesperiodisch verlaufende Vorgänge an der Stabheuschrecke (Dixippus Morosus) und ihre experimentelle Beeinflussung.
Z. Vergl. Physiol. 25: 495-508 (1938)

KALMUS, H.:
Diurnal rhythms in the Axolotl Larva and in Drosophila.
Nature 145: 72-73 (1940)

KIMMICH, H.P., VOS, J.A.:
Biotelemetry.
Meander N.V., Leiden (1972)

KLEINHOLZ, L.H.:
Studies of the pigmentary system of Crustacea. - I. Color changes and diurnal rhythm in Ligia bandiniana.
Biol. Bull. 72: 24-36 (1937)

KLEITMAN, N.:
Brief activity cycle in man.
ACO-Print, Stockholm (1961)

KO, W.H., NEUMAN, M.R.:
Implant biotelemetry and microelectronics.
Science 156: 351-360 (1967)

KÜNDIG, H.:
Telemetrische Ermittlung der Herzschlagfrequenz beim Huhn während des Legeaktes.
Diss. Univ. Zürich (1977)

LEINWEBER, F.J.:
Über die Temperaturabhängigkeit der Periodenlänge bei der endogenen Tagesrhythmik von Phaseolus.
Z. Bot. 44: 337-364 (1956)

LEVIN, E., KIRSNER, J.B., PALMER, W.L., BUTLER, C.:
The variability and periodicity of the nocturnal gastric secretion in normal individuals.
Gasterenterol. 10: 939-964 (1948)

LEYHAUSEN, P., MARTIN, G., NICOLAI, J.:
Tierschutzgerechte Haltung von Nutzgeflügel in neuzeitlichen Haltungssystemen.
Gutachten Teil II. in: Tierschutzpraxis, S. 101-105
Hrsg.: Drawer, K. u. K.J. Ennulat.
Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart, New York (1977)

LORENZ, K.:
Leitartikel
Das Tier 16: 3 (1976)

LORD, R.D., BELLROSE, F.C., COCHRAN, W.W.:
Radiotelemetry of the respiration of a flying duck.
Science 137: 39-40 (1962)

MACKAY, R.S.:
Bio-medical Telemetry.
John Wiley and Sons, Inc., New York, Sydney, Toronto (1970)

MARTIN, G.:
Über Verhaltensstörungen von Legehennen im Käfig.
Angew. Ornith. 4: 145-176 (1975 a)

MARTIN, G.:
Wird durch die Käfighaltung der Hühner das Tierschutzgesetz verletzt?
Umsch. Wiss. Tech. 75: 595-598 (1975 b)

MARTIN, G.:
Ethologie und Ethik und ihre Konsequenzen für die moderne Tierhaltung.
In: Tierhaltung, Bd. 6, S. 58-69
Hrsg.: Fölsch, D.W., Birkhäuser Verlag, Basel (1976)

MARTIN, G.:
Zur Käfighaltung von Legehennen: Eine Stellungnahme aus der Sicht der Verhaltenswissenschaft.
In: Tierhaltung, Bd. 8, S. 101-120
Hrsg.: Teutsch, G.M., E. v. Loeper, G. Martin, J. Müller
Birkhäuser Verlag, Basel (1979)

MENZEL, W.:
Wellenlänge und Phasenlage der menschlichen Nieren-Rhythmik und Analyse nach dem Blumeschen Verfahren, I.
Z. Ges. Exp. Med. 116: 237-264 (1950)

MENZEL, W., BLUME, J., SILBER, R.:
Weitere Untersuchungen zur Nieren-Rhythmik, II.
Z. Ges. Exp. Med. 119: 654-674 (1952)

MENZEL, W., BLUME, J., LUA, E.:
Untersuchungen zur Nieren-Rhythmik, III.
Z. Ges. Exp. Med. 120: 396-410 (1953)

MENZEL, W.:
Klinische Ziele der Rhythmusforschung.
Acta Med. Scand. Supplementum 307, 107-116 (1955)

MENZEL, W., BLUME, J., SCHROEDER, F.-L. von:
Klassifizierung klinischer Verläufe durch Periodenanalyse.
Z. Klin. Med. 155: 249-268 (1958)

MENZEL, W.:
Periodicity in urinary excretion in healthy and nephropathic persons.
Ann. New York Acad. Sci. 98: 753-756 (1962)

MILES, G.H.:
Telemetering techniques for periodicity studies.
Ann. New York Acad. Sci. 98: 858-865 (1962)

NEUKOMM, P.A.:
Biotelemetry II.
S. Karger-Verlag, Basel (1974)

PETREN, T.:
Weitere Untersuchungen über den Tagesrhythmus von Hühnerembryonen und Kücken.
Acta Med. Scand. Supplementum 307, 42-47 (1955)

PITTENDRIGH, C.S., BRUCE, V.G.:
An oscillator model for biological clocks.
In: Rhythmic and synthetic process in growth. S. 38-57
Hrsg.: Rudnick, Princeton (1957)

PITTENDRIGH, C.S.:
Circadian rhythms and the circadian organization of living systems.
Cold Spring Harbor Symp.
Symp. Quant. Biol. 25: 159-184 (1960)

PLONAIT, H.:
Schaltungs- und Aufbauvorschläge für implantierbare Telemetriesender.
Biomed. Technik 19: 240-244 (1974)

PLONAIT, H., REINHARD, H.-J.:
Erfassung und Auswertung biologischer Meßwerte bei Verwendung implantierbarer Miniatursender und elektronischer Datenverarbeitung.
Züchtungskunde 49: 369-377 (1977)

PLONAIT, H., BÜTTNER, D.:
Electrocardiogram and temperature telemetry equipment for use in laboratory animals permitting long time measurement and improved noise suppression.
Biomed. Technik 29: 13-17 (1984)

POPOVIC, P., PETROVIC, V.:
La thyroide et le rythme nycthemeral.
Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 150: 1249-1251 (1956)

RAWSON, K.S.:
Homing behavior and endogenous activity rhythms.
Ph. D. Thesis Harvard Univ. (1956)

ROBERTS, T.W.:
Behavior of organisms.
Ecol. Mono. 12: 339-412 (1942)

ROMIJN, C., LOCKHORST, W.:
Heat regulation and energy metabolism in domestic fowl.
In: Physiology of the domestic fowl. S. 62-71
Hrsg.: Smith, C.H., Amoroso, E.C., Boyd, O. Edinburgh (1966)

RUTENFRANZ, J., HELLBRÜGGE, T., NIGGESCHMIDT, W.:
Über die Tagesrhythmik des elektrischen Hautwiderstandes bei 11-jährigen Kindern.
Z. Kinderhik. 78: 144-157 (1956)

SACHS, L.:
Angewandte Statistik, S. 391-394 (1978)
Springer-Verlag, Berlin & Heidelberg

SAMBRAUS, H.H.:
Nutztierethologie, Parey (1978)

SCHALLEK, W.:
Some mechanisms controlling locomotor activity in the crayfish.
J. Exptl. Zool. 91: 155-166 (1942)

SCHENK, P.M.:
Ein Versuch zur biologischen Begründung "tierschutzgerecht". Bericht über die Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. Fachgruppe Verhaltensforschung.
Hrsg.: KTBL, Darmstadt (1976)

SCHIEFER, B., DORN, D.:
Wirbelsäulenbefunde bei Hennen mit Käfiglähme.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 82: 151-153 (1969)

SLATER, L.E.:
Bio-Telemetry.
The Macmillan Co., New York (1963)

STURKIE, P.D.:
Heart rate of chickens determined by radio telemetry during light and dark periods.
Poultry Sci. 42: 797-798 (1963)

TAKAHASHI, J.S.:
Neural and endocrine regulation of avian circadian systems.
Diss. Abstr. Intern. 42, 1724 (1981)

WENNRICH, G.:
Zum Nachweis eines Triebstaus bei Haushennen.
In: Aktuelle Fragen zur artgerechten Nutztierhaltung.
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
KTBL-Schrift 223: 115-129 (1977)

WENNRICH, G.:
Huhn. In: Nutztierethologie, S. 249-271
Hrsg.: Sambraus, H.H., Parey (1978)

WINGET, C.M., AVERKINE, E.G., FRYER, T.B.:
Quantitative measurement by telemetry of ovulation and oviposition in the fowl.
Am. J. Physiol. 209: 853-858 (1965)

WOOD-GUSH, D.G.:
Laying in battery cages.
Wld. Poultry Sci. J. 25: 145 (1969)

WOOD-GUSH, D.G., GILBERT, A.B.:
Observation on the laying behaviour of hens in battery cages.
Poultry Sci. 10: 29-36 (1969)

8 ANHANG

Legende zu den Abbildungen 60 bis 111:

Abszisse: Periodenlängenklassen (Plk)
1 Einheit = 2,36 min

Ordinate: relative Häufigkeit in % (Hfkt)
(100 % = Gesamtzahl aller angetroffenen Periodenlängen)

(Zur Erläuterung siehe auch 3.3.2 Seite 25).

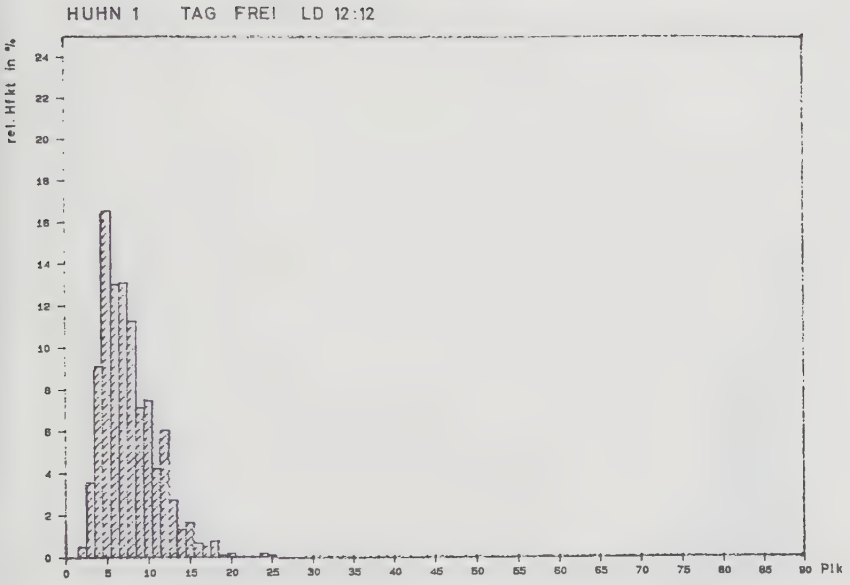

HUHN 1 TAG FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 60

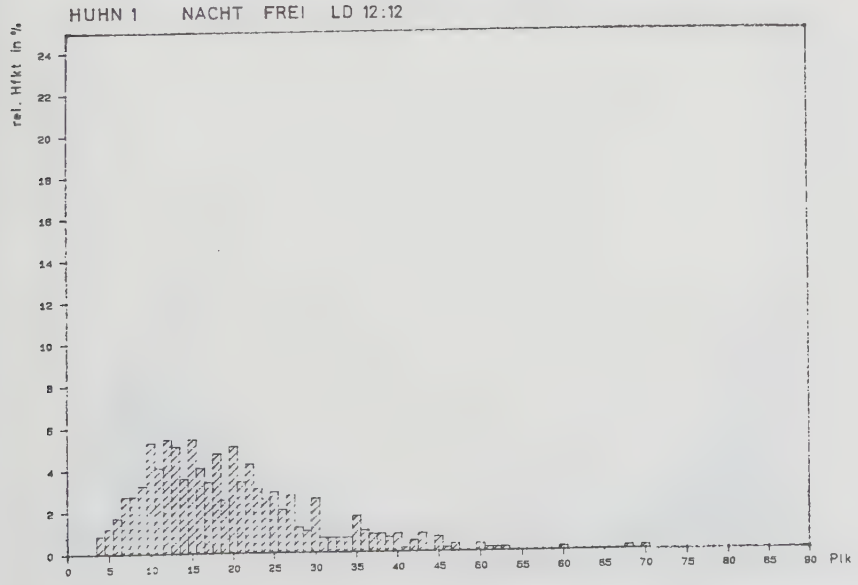

HUHN 1 NACHT FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 61

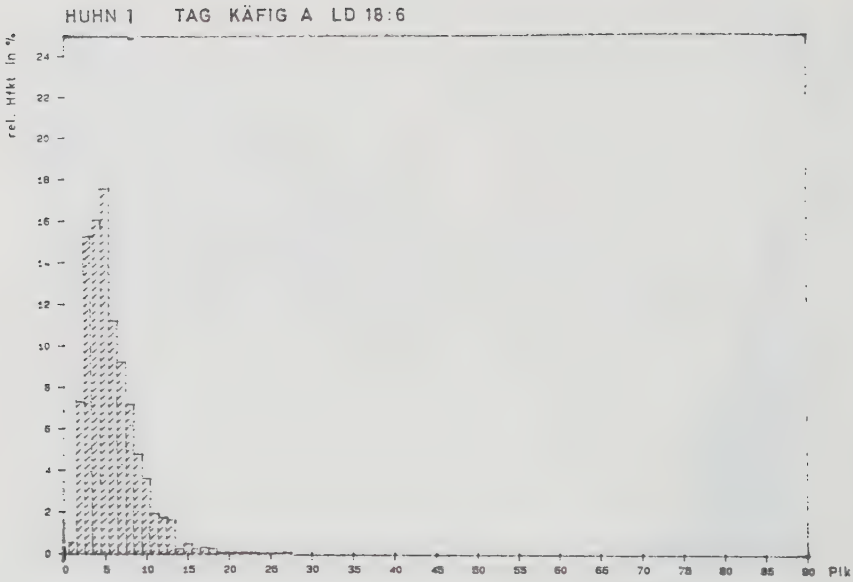

HUHN 1 TAG KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 62

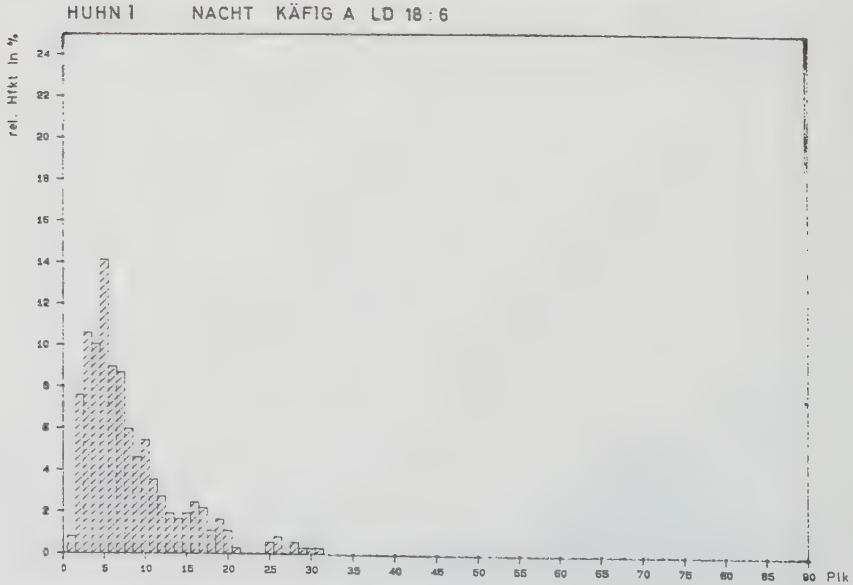

HUHN 1 NACHT KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 63

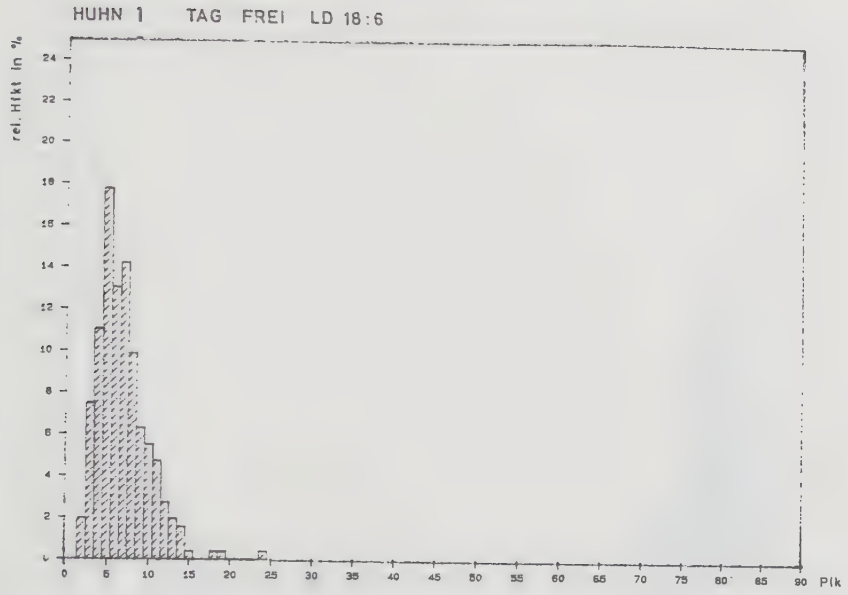

HUHN 1 TAG FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 64

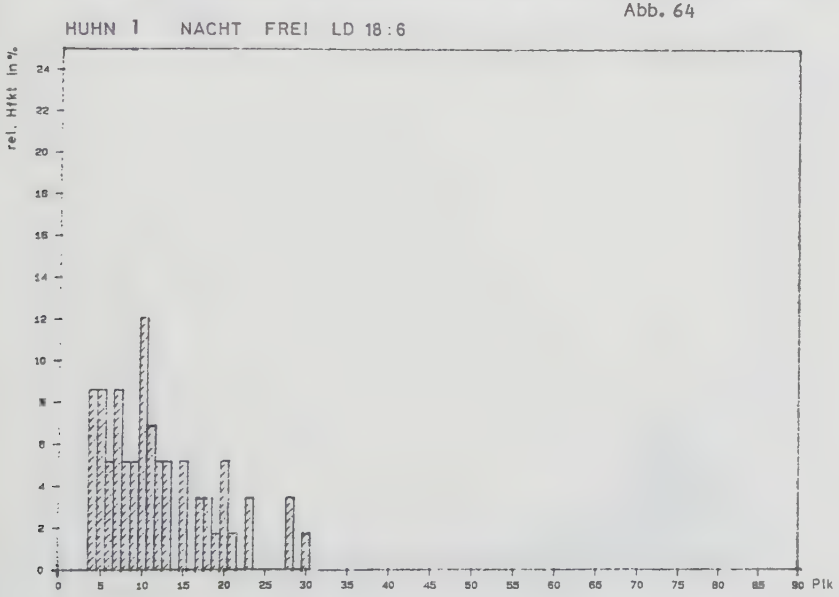

HUHN 1 NACHT FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 65

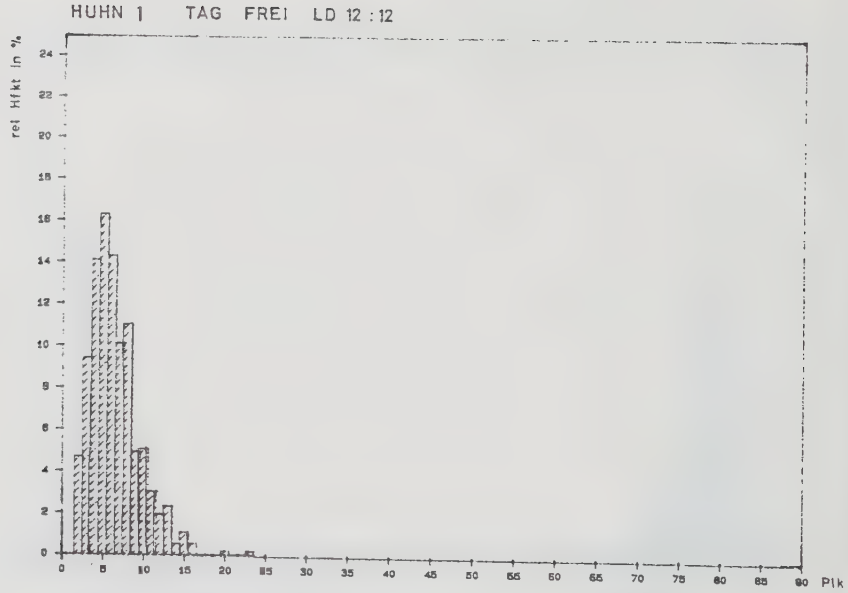

HUHN 1 TAG FREI LD 12 : 12
rel Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 66

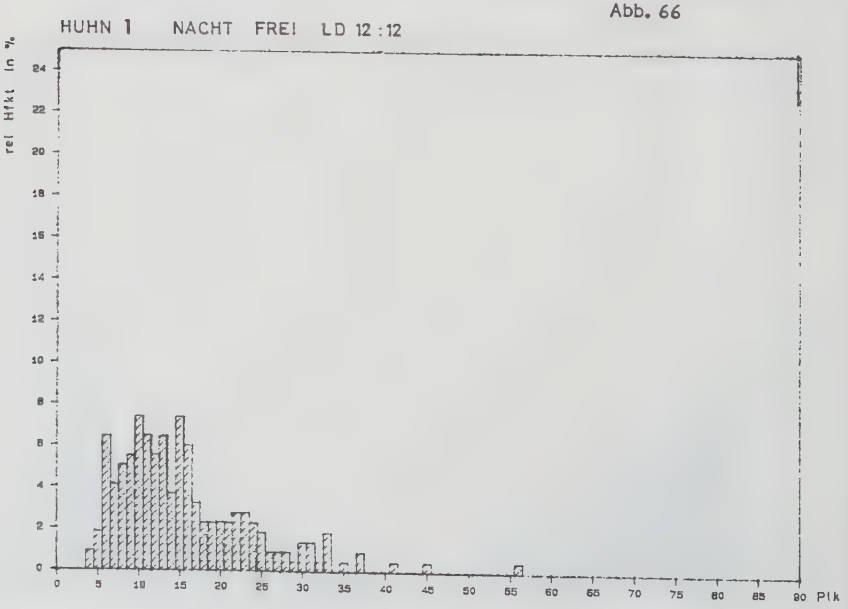

HUHN 1 NACHT FREI LD 12 : 12
rel Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 67

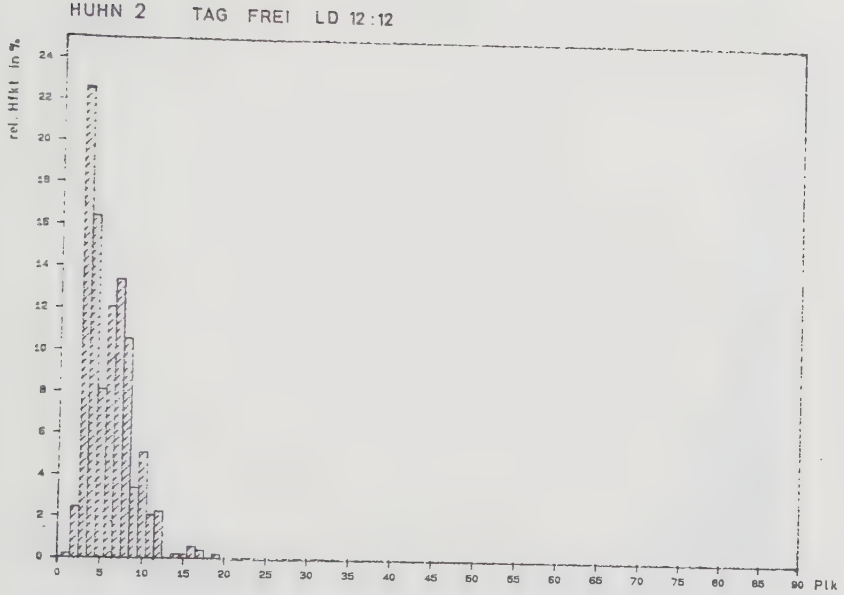

HUHN 2 TAG FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 68

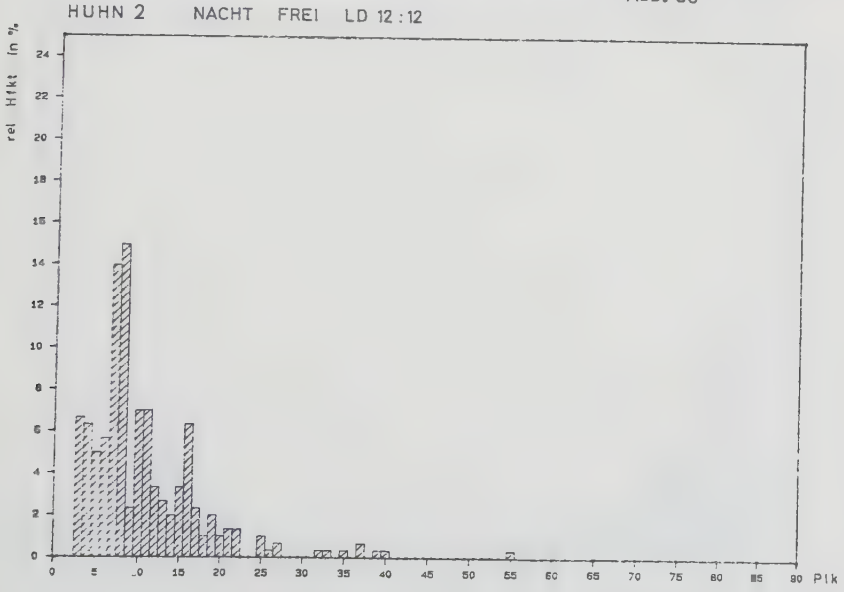

HUHN 2 NACHT FREI LD 12:12
rel Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 69

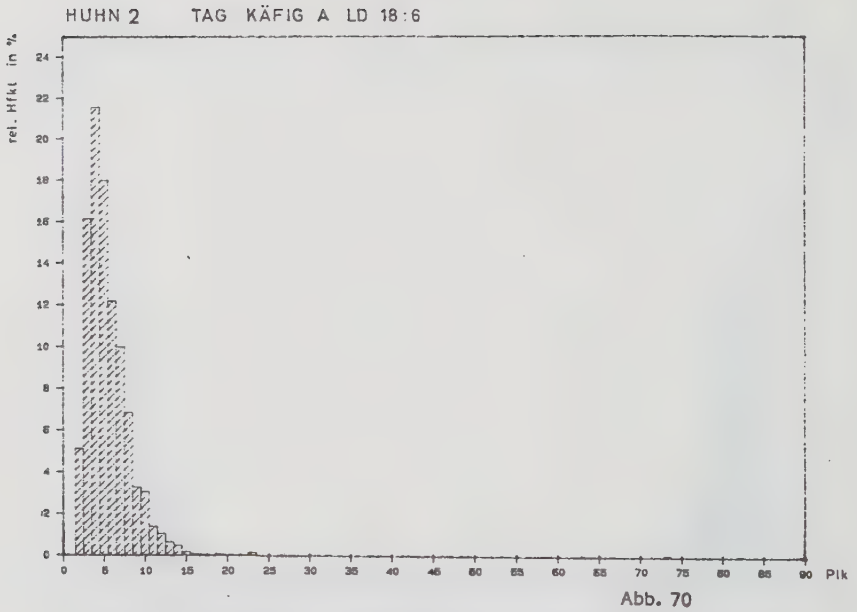

HUHN 2 TAG KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 70

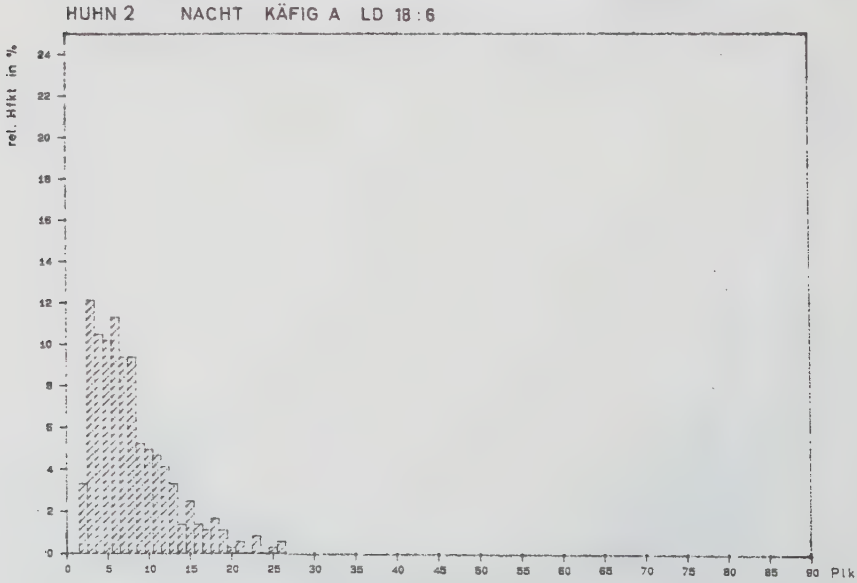

HUHN 2 NACHT KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 71

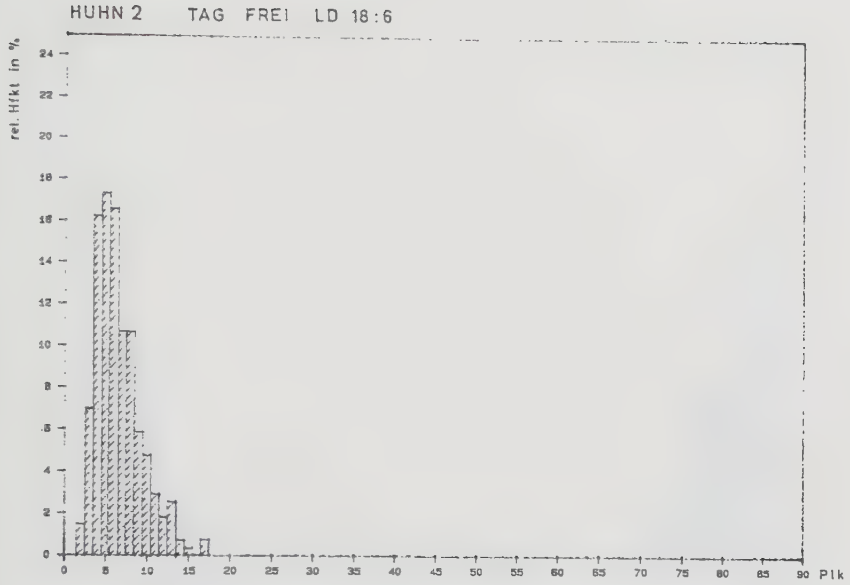

HUHN 2 TAG FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 72

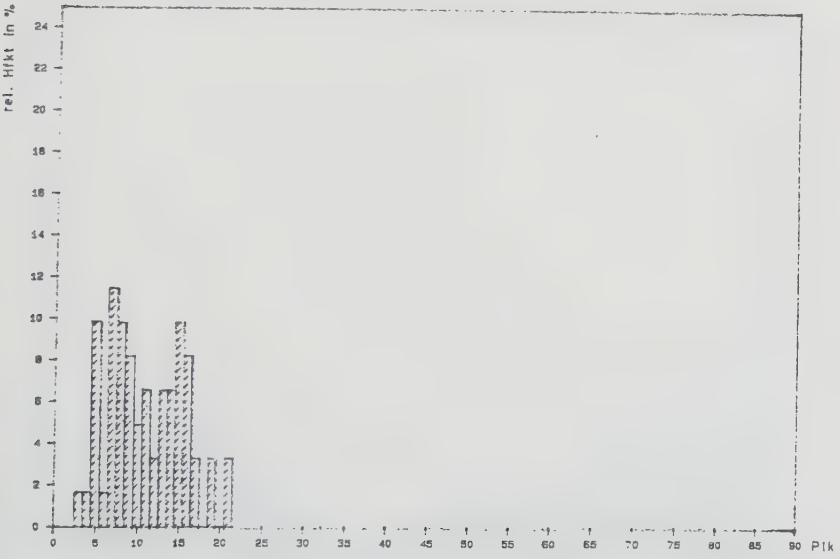

HUHN 2 NACHT FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 73

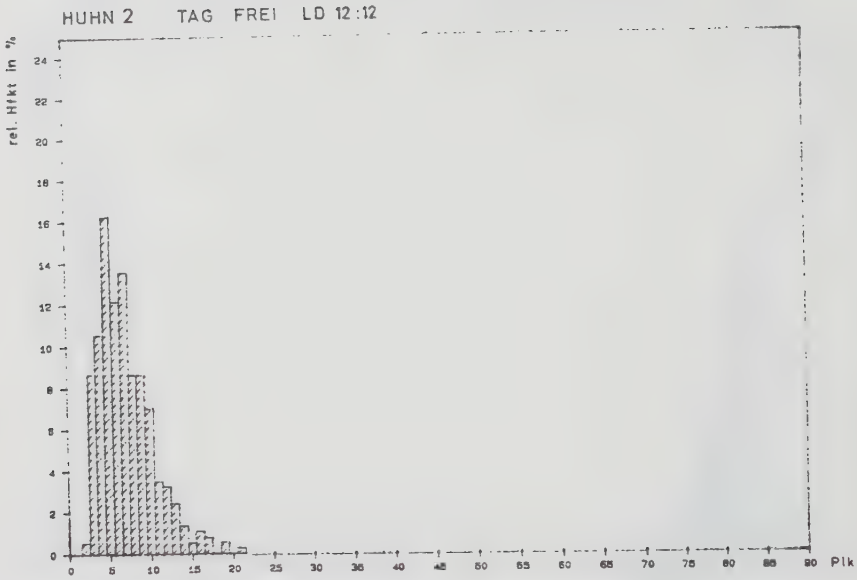

HUHN 2 TAG FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 74

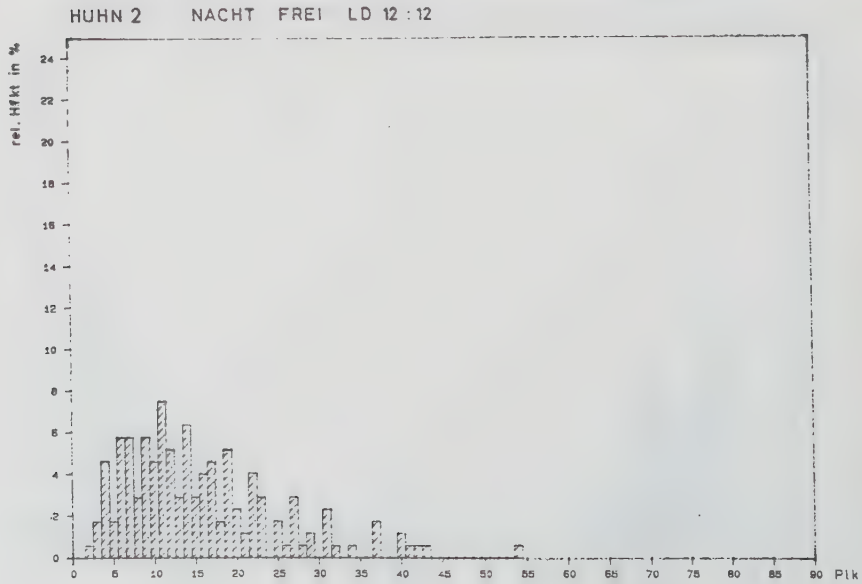

HUHN 2 NACHT FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 75

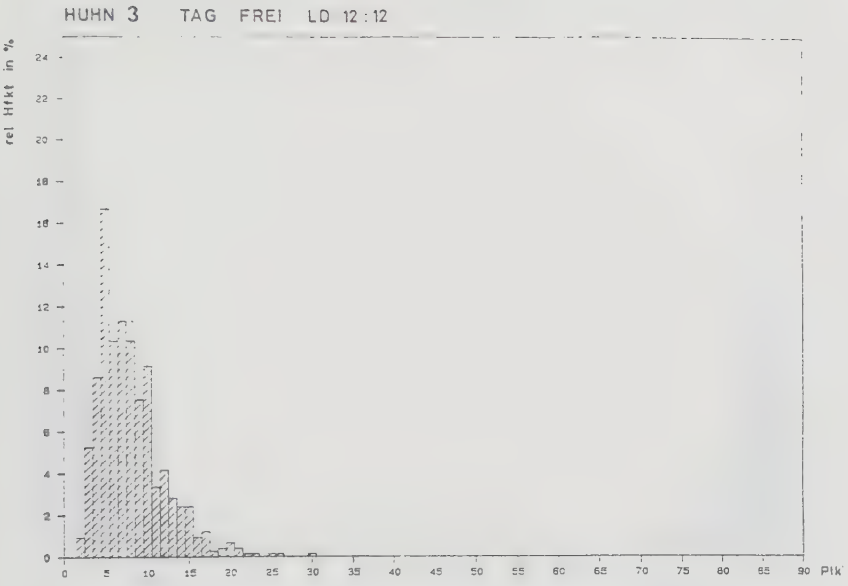

HUHN 3 TAG FREI LD 12:12
rel Hfkt in %
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 76

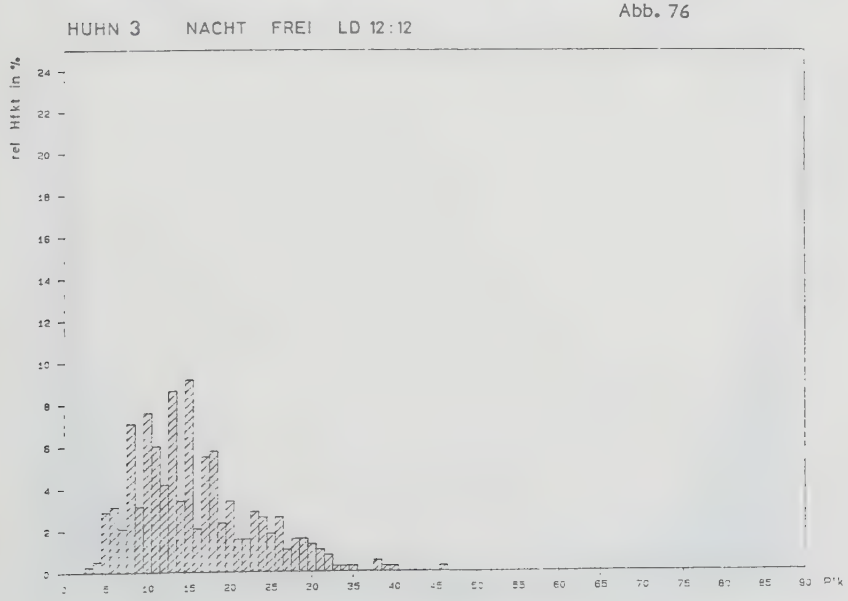

HUHN 3 NACHT FREI LD 12:12
rel Hfkt in %
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 77

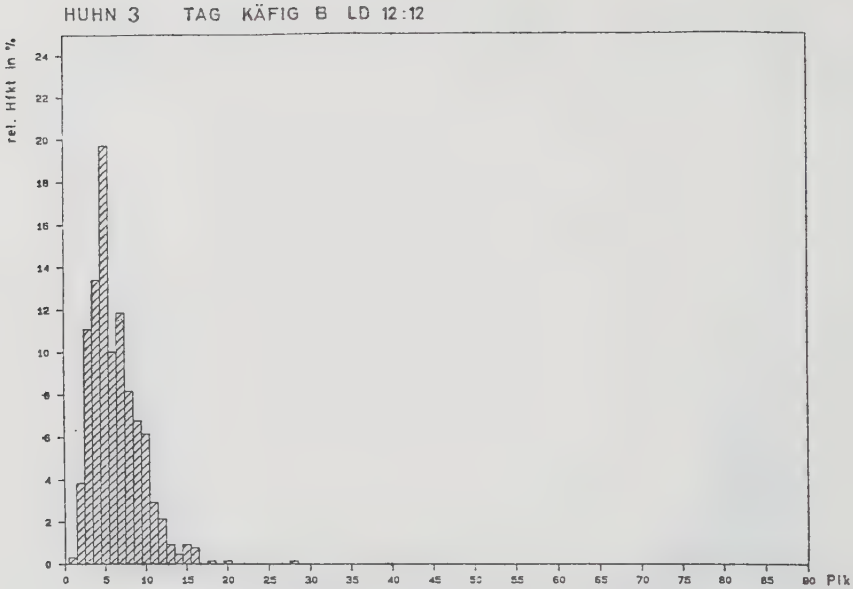

HUHN 3 TAG KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 78

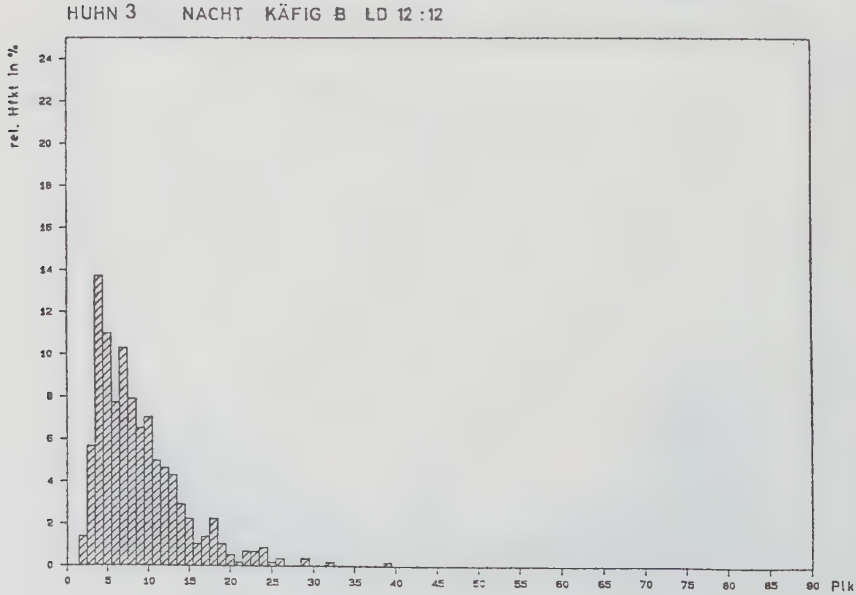

HUHN 3 NACHT KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 79

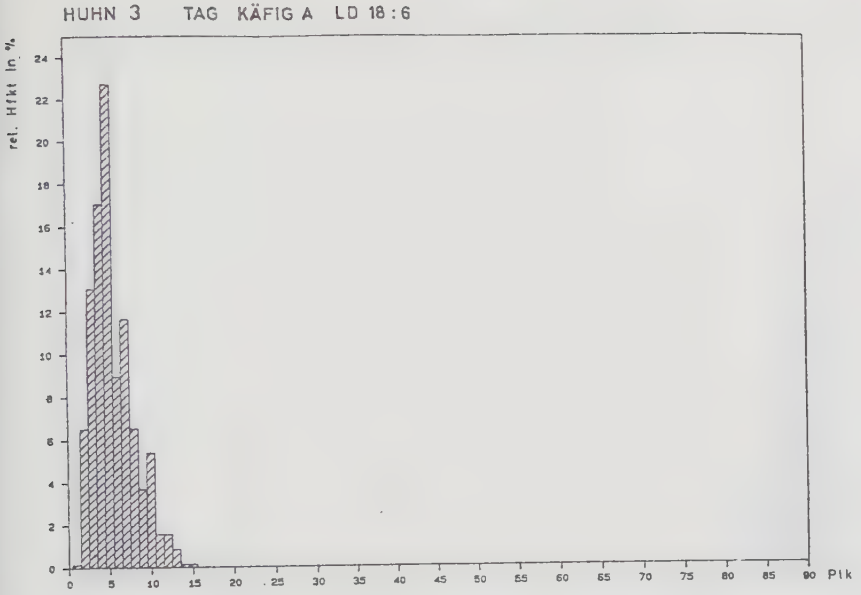

HUHN 3 TAG KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Ptk

Abb. 80

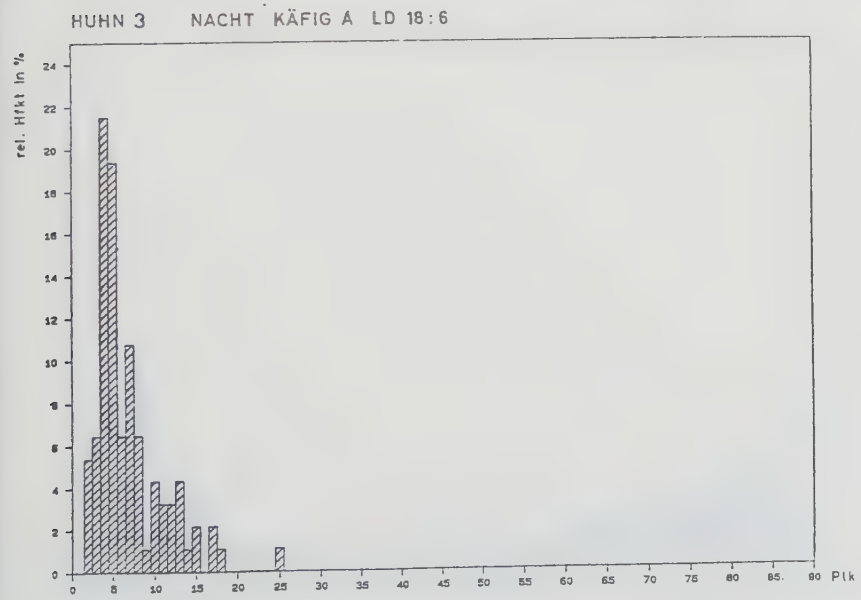

HUHN 3 NACHT KÄFIG A LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Ptk

Abb. 81

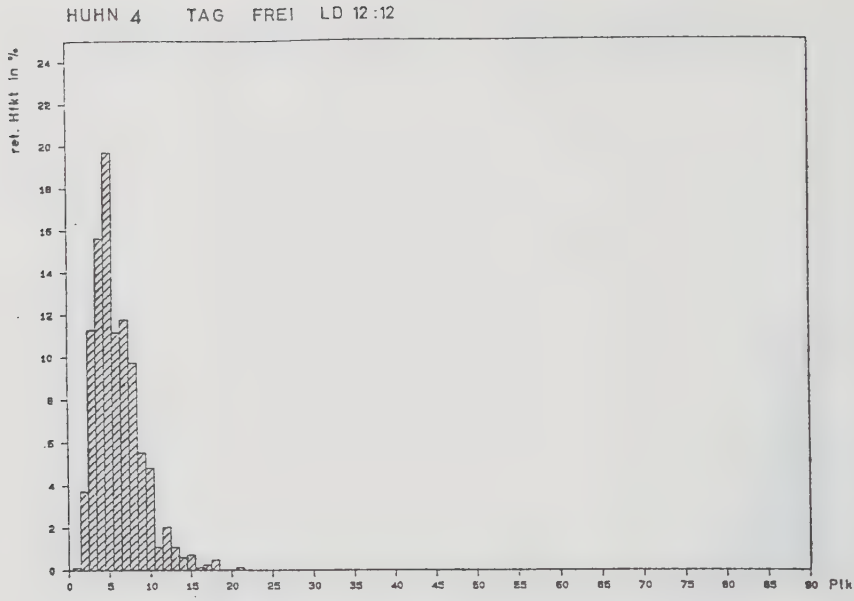

HUHN 4 TAG FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
Ptk

Abb. 82

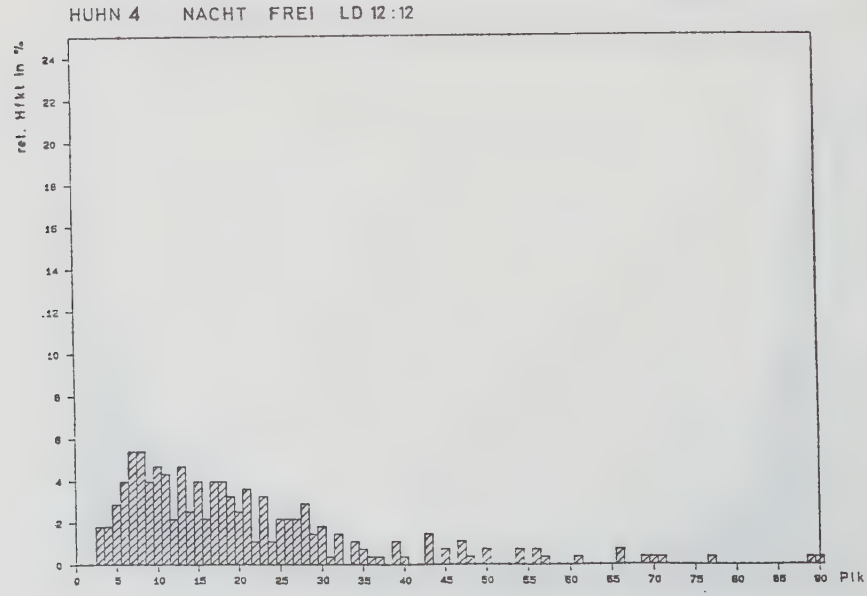

HUHN 4 NACHT FREI LD 12:12
rel. Hfkt in %
Ptk

Abb. 83

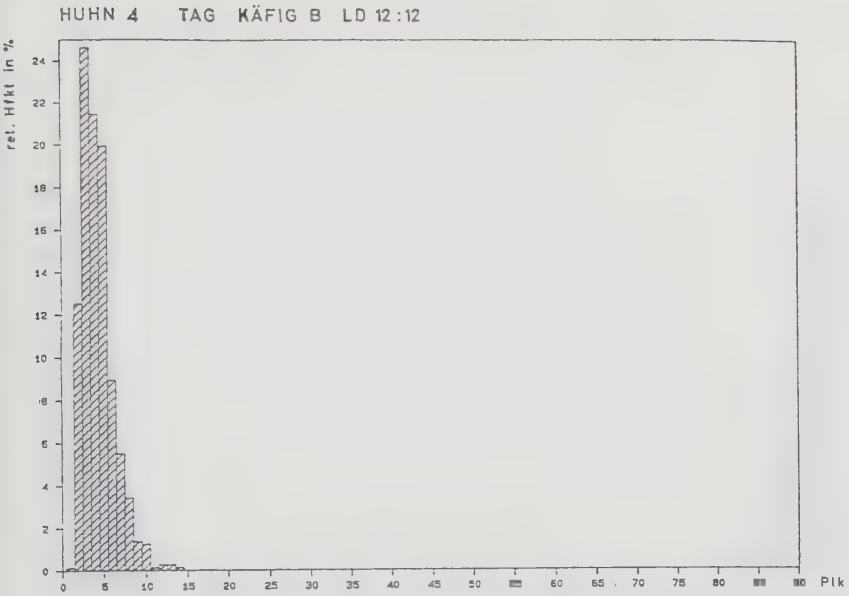

HUHN 4 TAG KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 65 70 75 80 90 Plk

Abb. 84

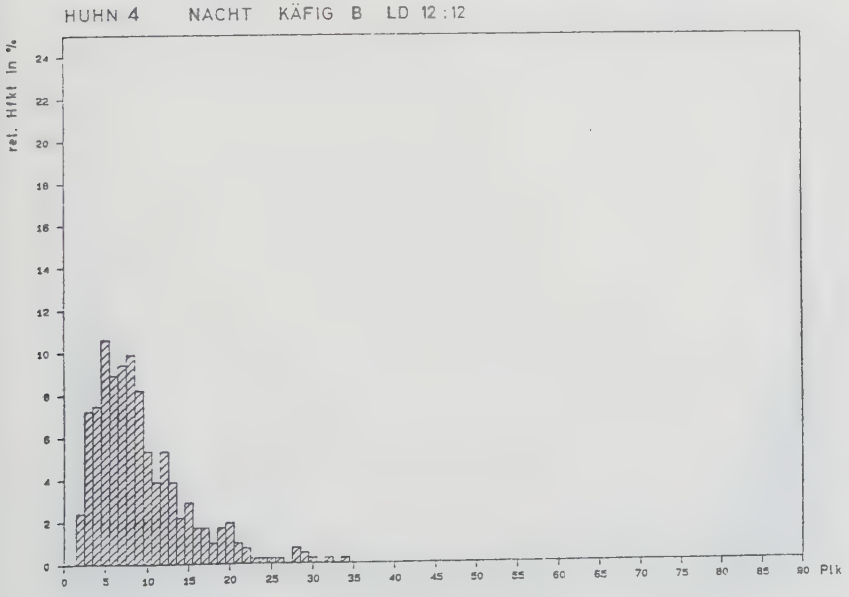

HUHN 4 NACHT KÄFIG B LD 12:12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 85

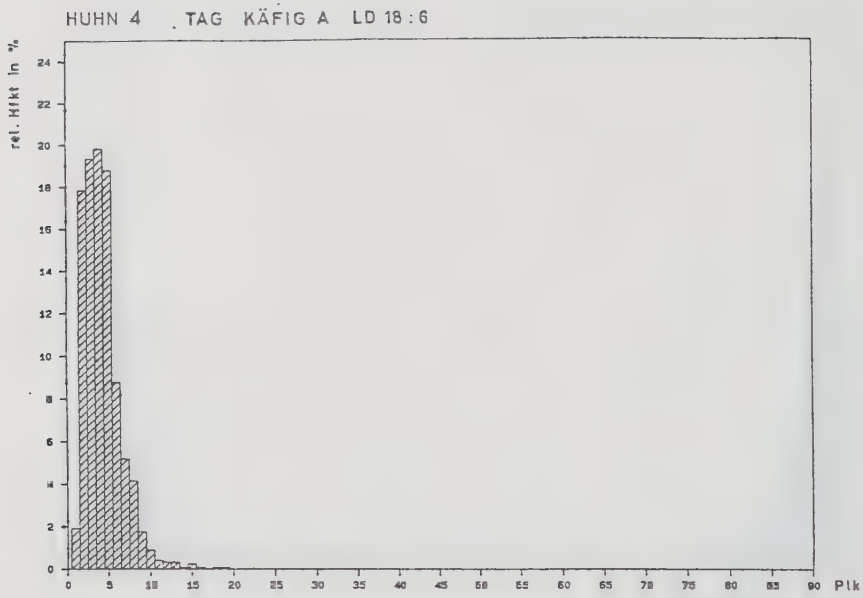

HUHN 4 TAG KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 86

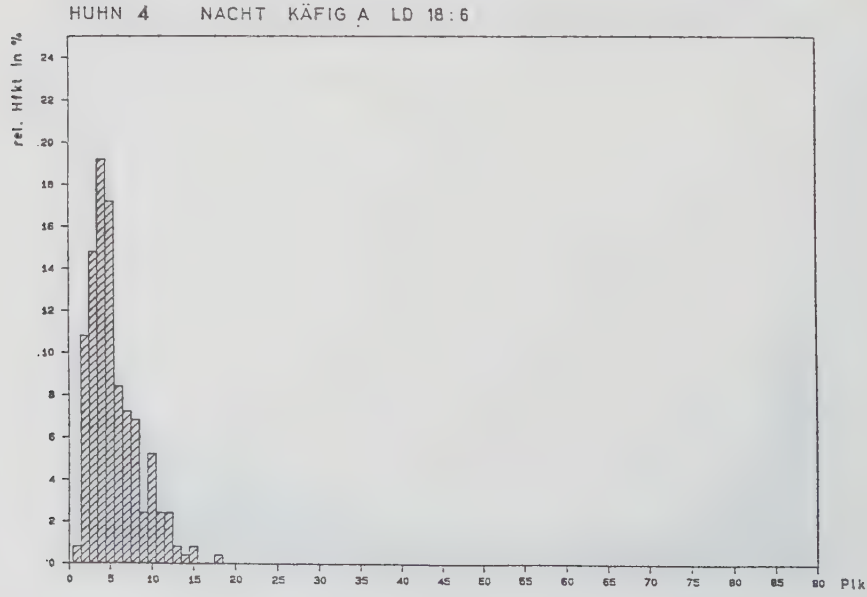

HUHN 4 NACHT KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 87

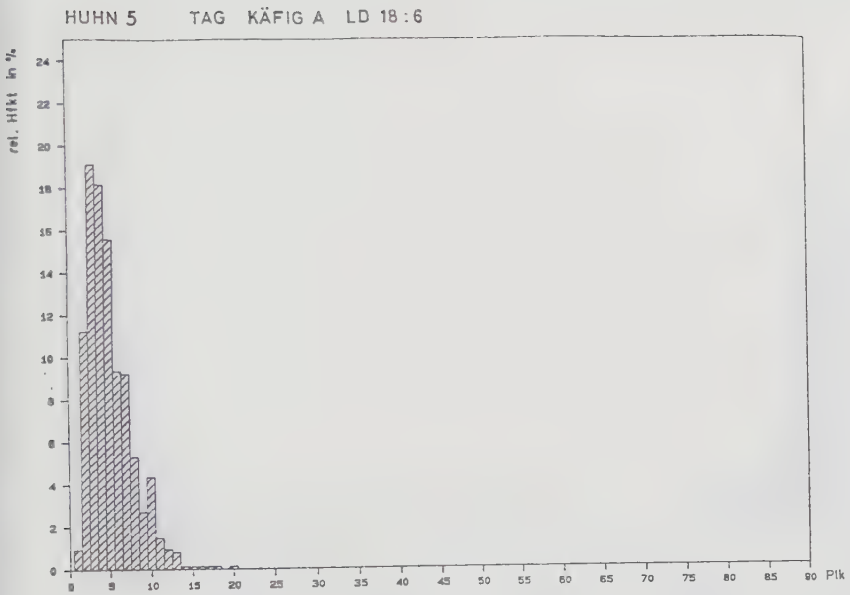

HUHN 5 TAG KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0
2
4
6
8
10
12
14
15
18
20
22
24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 88

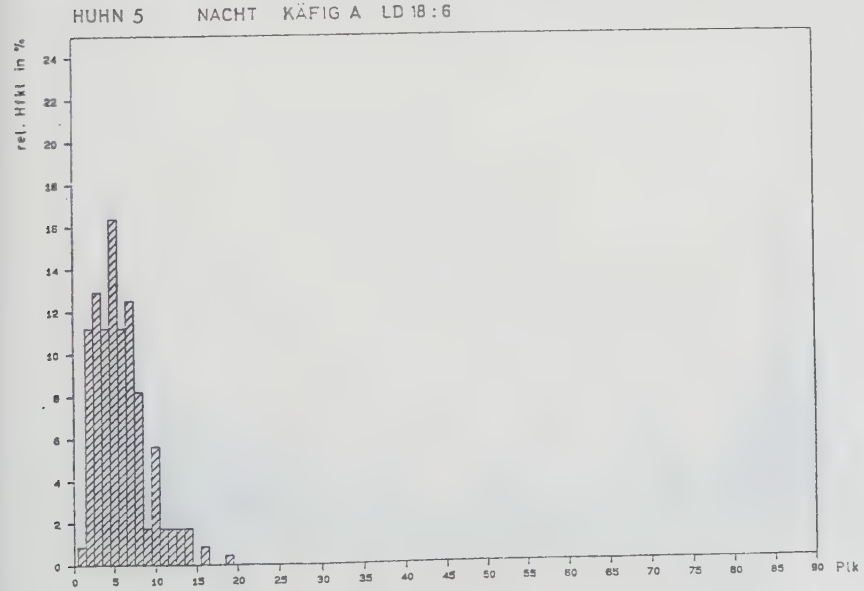

HUHN 5 NACHT KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0
2
4
6
8
10
12
14
15
18
20
22
24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 89

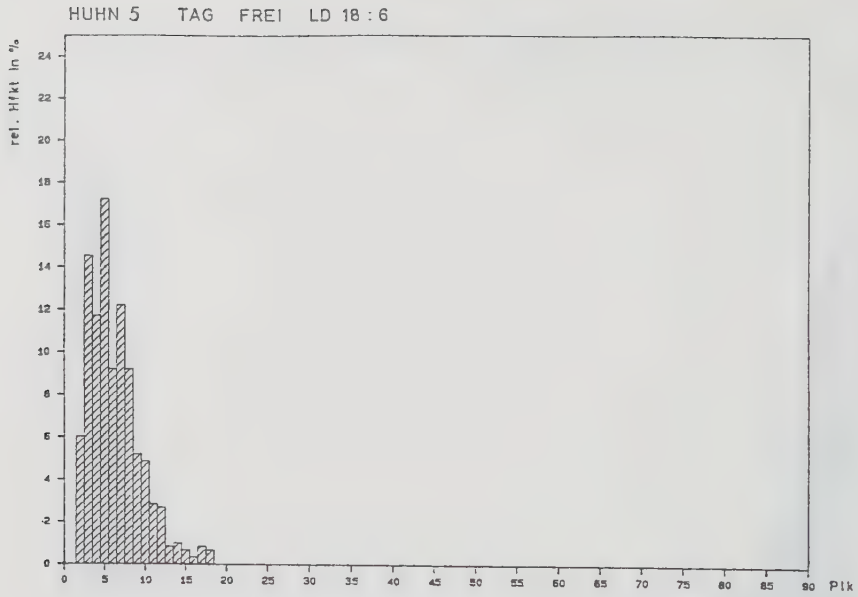

HUHN 5 TAG FREI LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 90

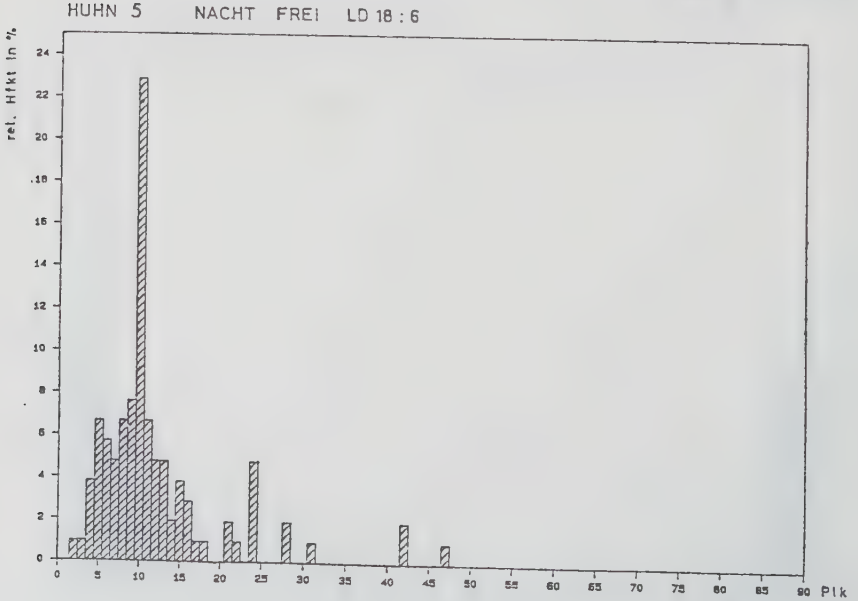

HUHN 5 NACHT FREI LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 91

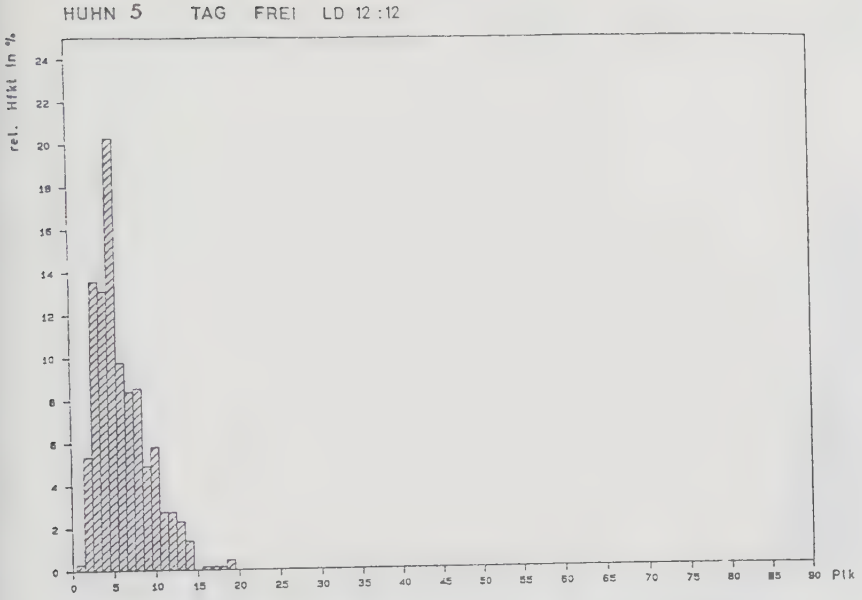

HUHN 5 TAG FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 92

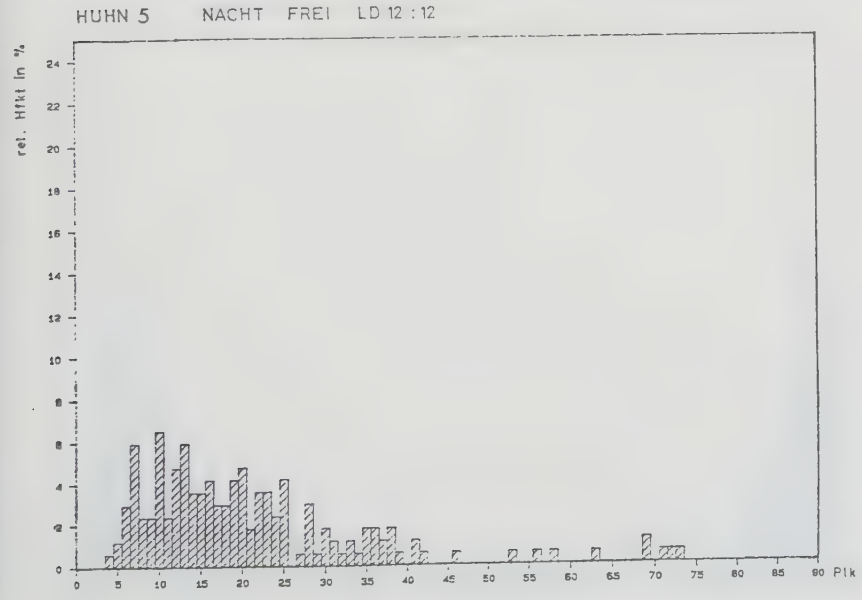

HUHN 5 NACHT FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 93

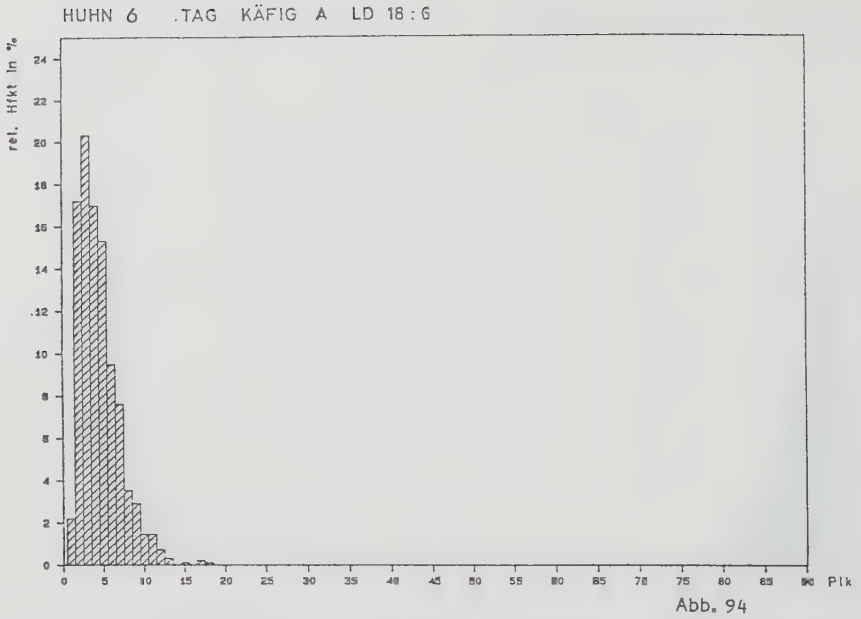

HUHN 6 .TAG KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 94

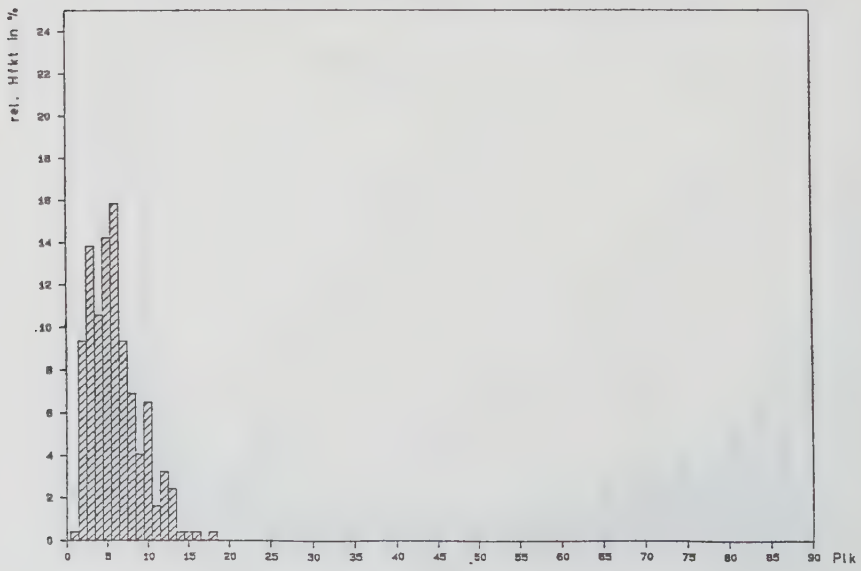

HUHN 6 NACHT KÄFIG A LD 18 : 6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 95

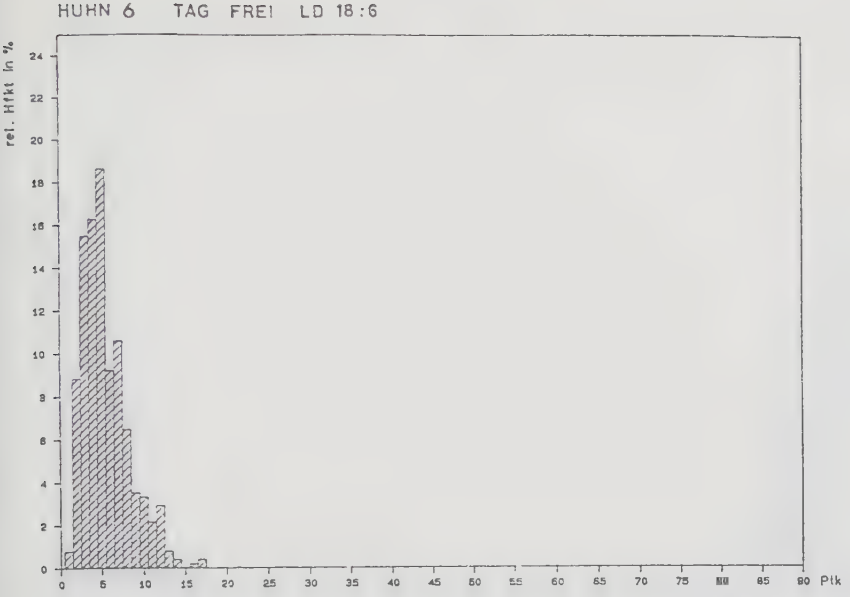

HUHN 6 TAG FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 96

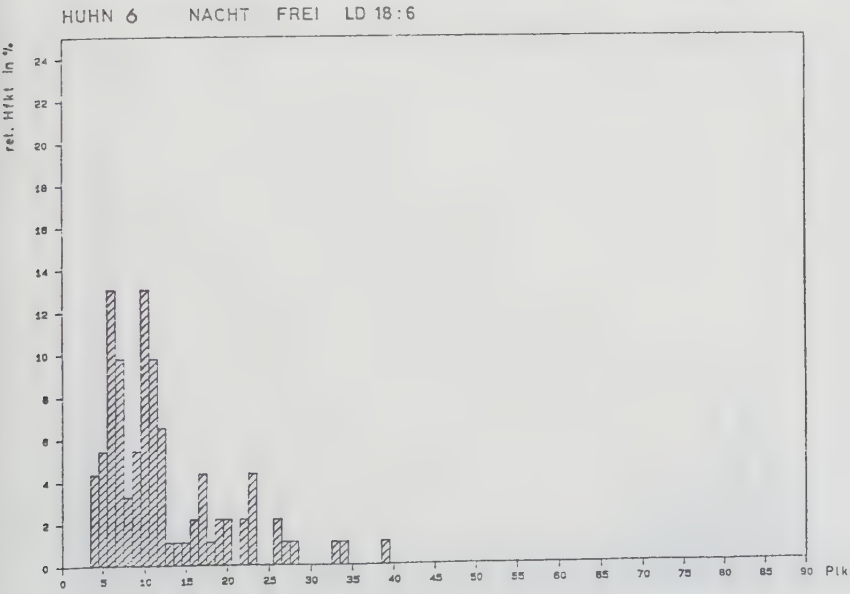

HUHN 6 NACHT FREI LD 18:6
rel. Hfkt in %
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 Plk

Abb. 97

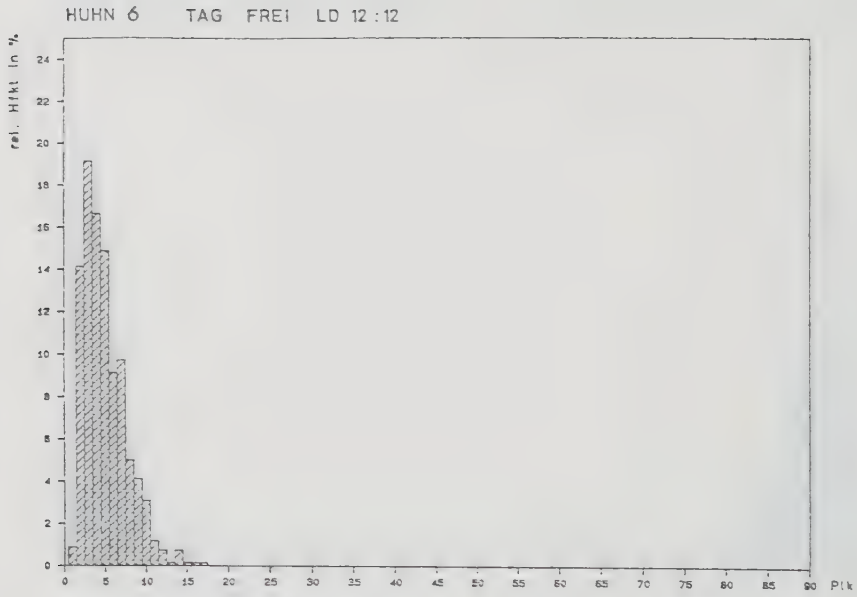

HUHN 6 TAG FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
Plk

Abb. 98

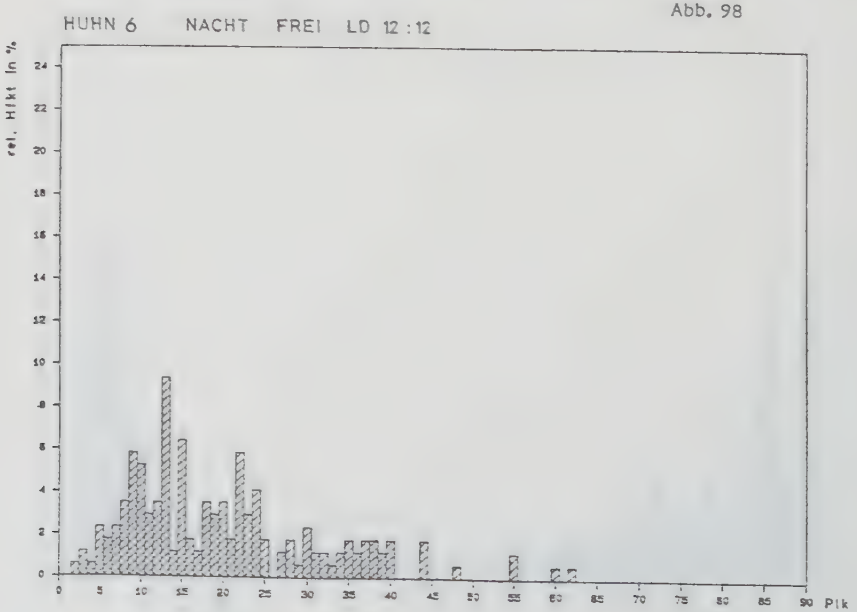

HUHN 6 NACHT FREI LD 12 : 12
rel. Hfkt in %
Plk

Abb. 99

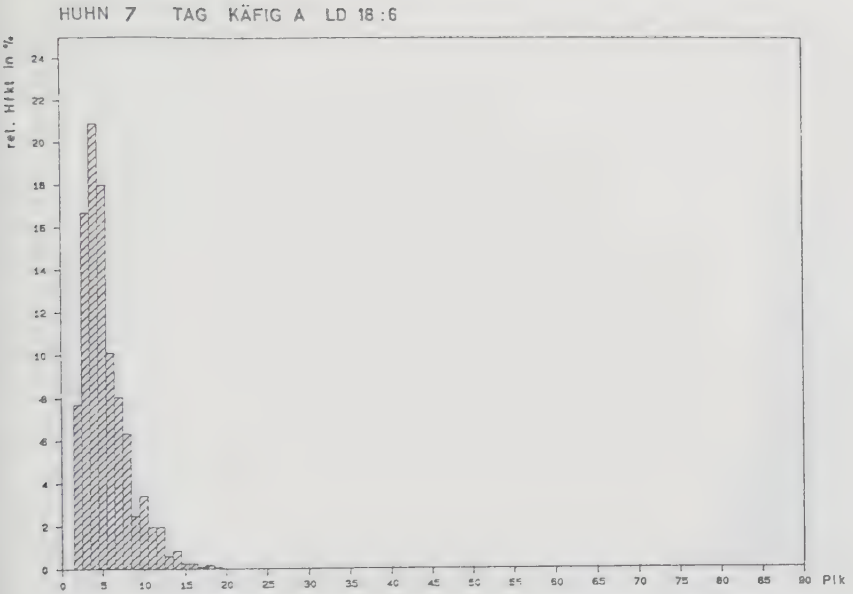


Abb. 100

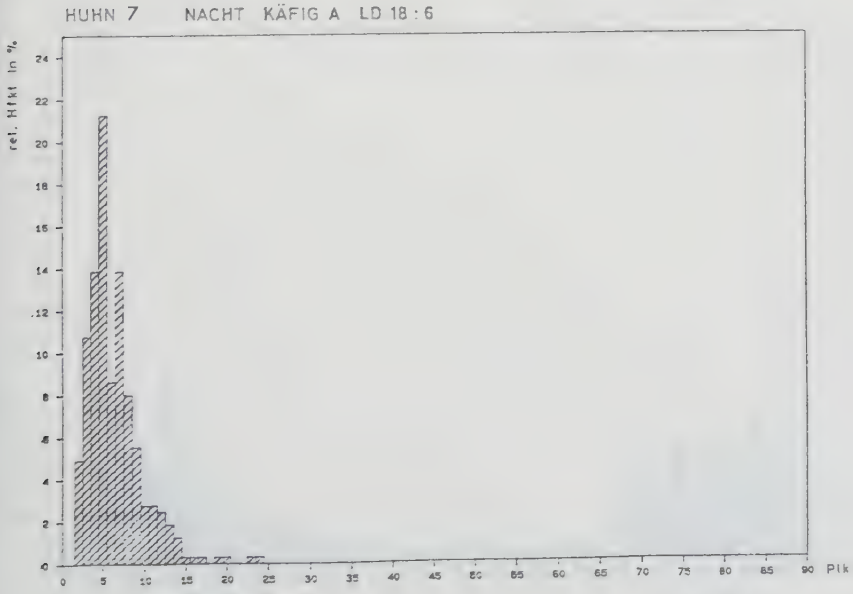


Abb. 101

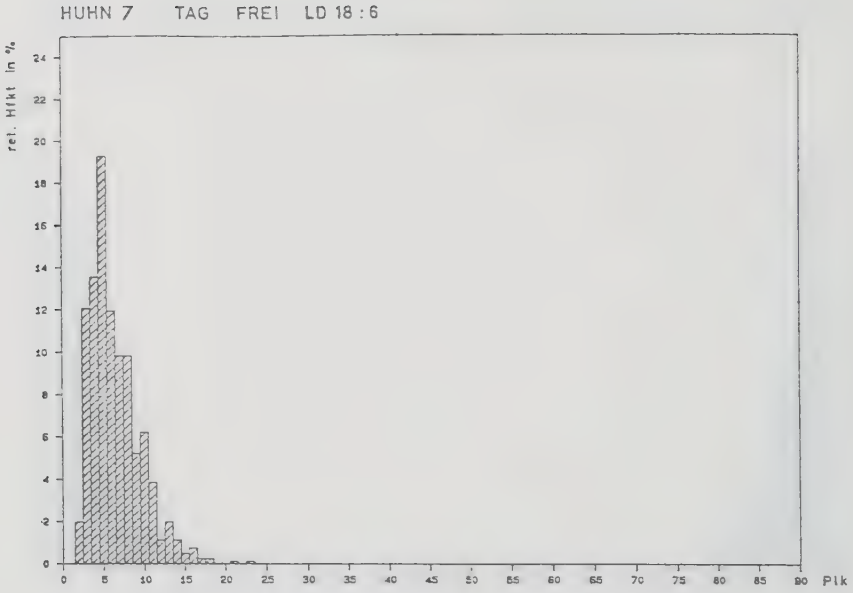


Abb. 102

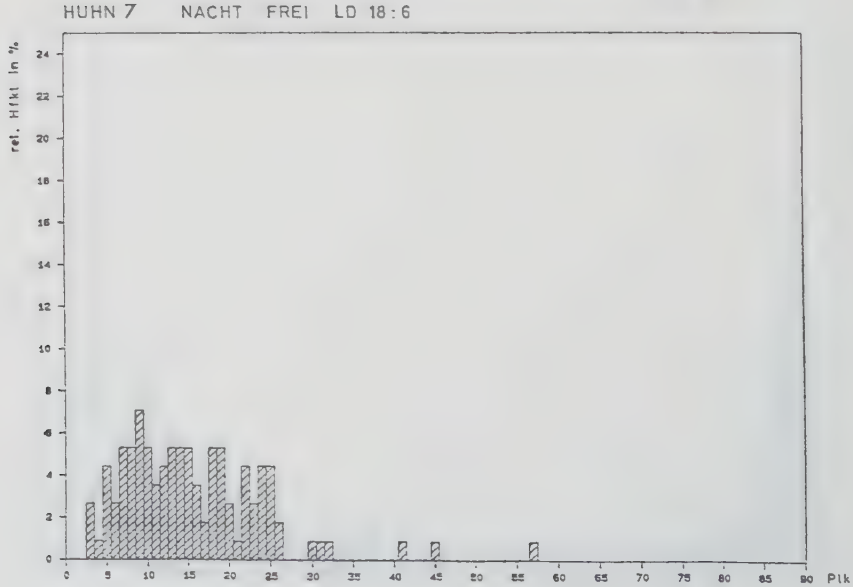


Abb. 103

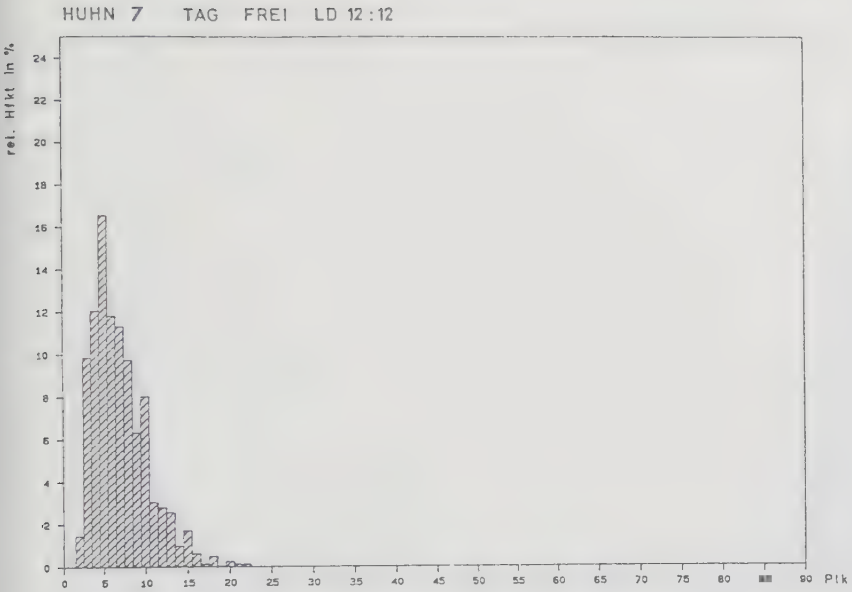


Abb. 104

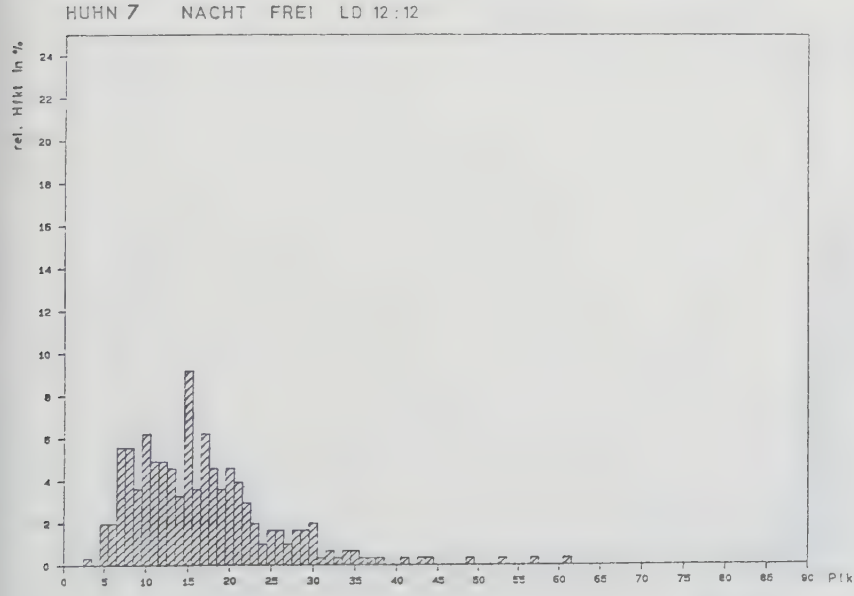


Abb. 105

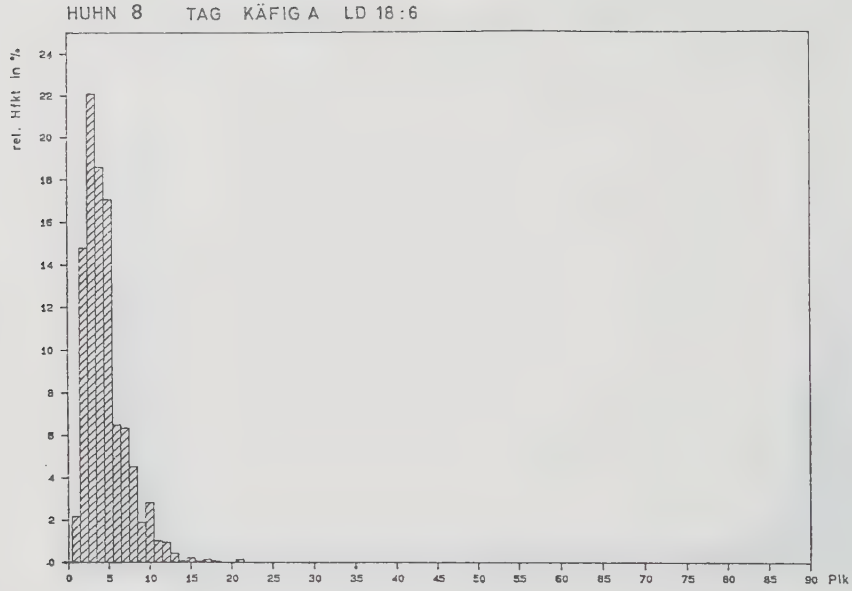


Abb. 106

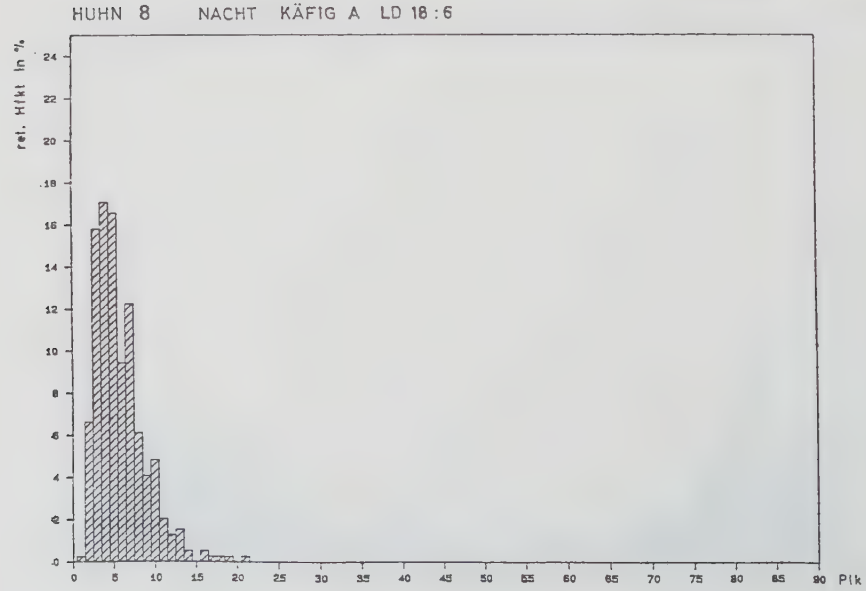


Abb. 107

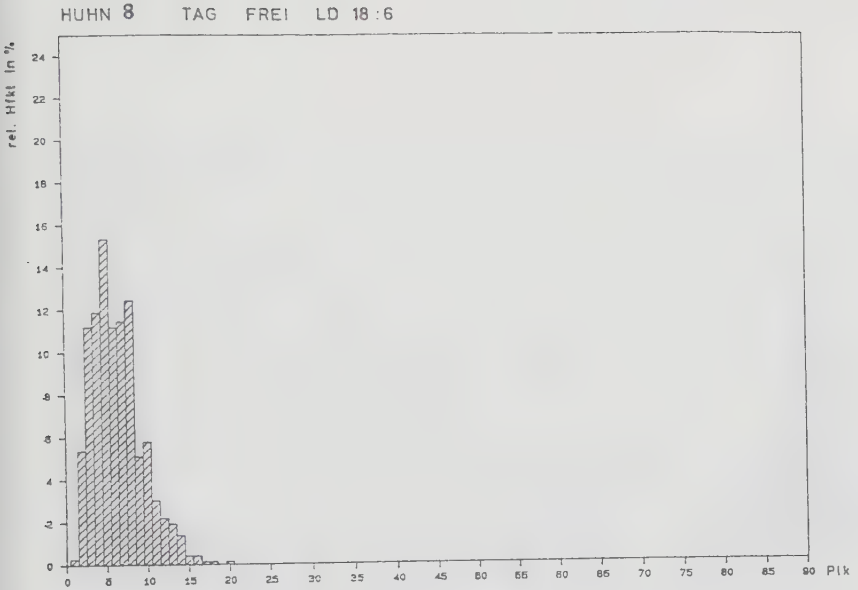


Abb. 108

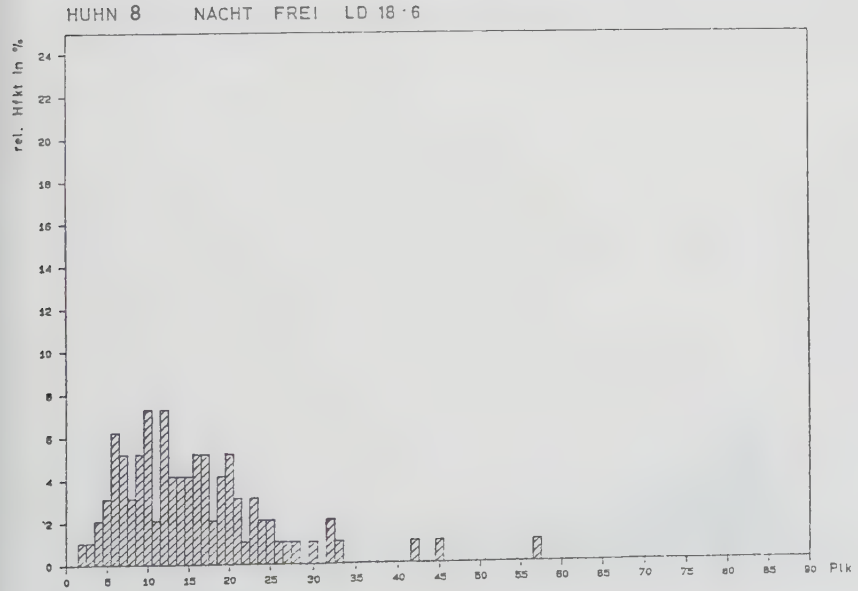


Abb. 109

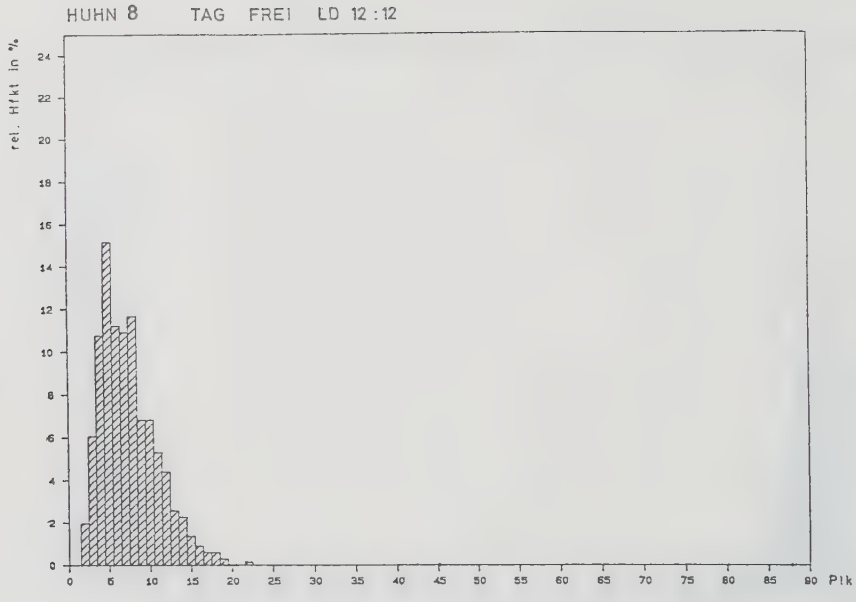


Abb. 110

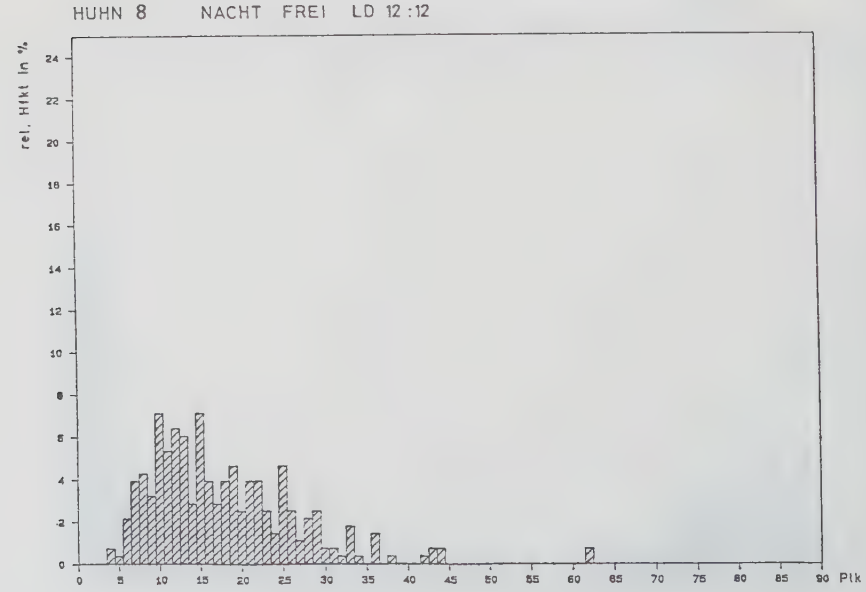


Abb. 111

Zum Schluß möchte ich meinem Freund Prof. Dr. Anton K. Bayer für die Überlassung des Themas und die meiner Arbeit jederzeit entgegengebrachte Unterstützung herzlich danken.

Mein Dank gebührt auch Herrn Prof. Dr. N.-C. Juhr und seinem Mitarbeiter Herr Dr. M. Ladeburg vom Institut für Versuchstierkunde der FU-Berlin für die mir gewährte Hilfe bei der Vorbereitung und Durchführung der Versuche.

Herrn Dr. J. Georgiev von den Zentralen Tierlaboratorien der FU Berlin gilt mein Dank für seine Beratung und für die Überlassung der Telemetrieanlage.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Dr. G. Arndt vom Institut für Biometrie der FU-Berlin für ihre gute und geduldige Betreuung auf statistischem Gebiet.

Frau D. Plaumann vom Institut für Veterinär-Physiologie der FU-Berlin danke ich für ihre exzellente Hilfe bei der Anfertigung der Diagramme.

Darüber hinaus danke ich auch Herrn Dr. K. Männer vom Institut für Tierzucht und Tierernährung der FU-Berlin und allen, die mir bei der Durchführung und Auswertung der Versuche behilflich waren.

Lebenslauf

Name:	Abel Renner-Gorlas, geb. Renner
Geboren:	18.8.1954 in Markdorf/Baden
Heirat:	14.12.1984 mit Bettina Gorlas
Eltern:	Rupert Renner Maria Renner geb. Streif

Ausbildung:

1961 - 1965:	Jakob-Gretser Grundschule in Markdorf
1965 - 1969:	Humanistisches Gymnasium Lochau/Österr.
1969 - 1971:	Aufbaugymnasium Hersberg/Immenstaad
1971 - 1974:	Gymnasium Überlingen
1974 - 1975:	Zivildienst
1975 - 1977:	Landwirtschaftliche Tätigkeiten
1978 - 1984:	Studium der Veterinärmedizin an der FU-Berlin
März 1984:	Tierärztliche Approbation
seit Januar 1985:	Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Klinik für Klauentierkrankheiten und Fortpflanzungskunde der FU-Berlin.

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen